

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004年1月22日 (22.01.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/008166 A1

(51) 国際特許分類<sup>7</sup>: G01R 31/36, B60K 1/04, H02J 7/00  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/008029  
(22) 国際出願日: 2003年6月25日 (25.06.2003)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ:  
特願2002-204009 2002年7月12日 (12.07.2002) JP  
特願2003-112387 2003年4月17日 (17.04.2003) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒471-8571 愛知県 豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).

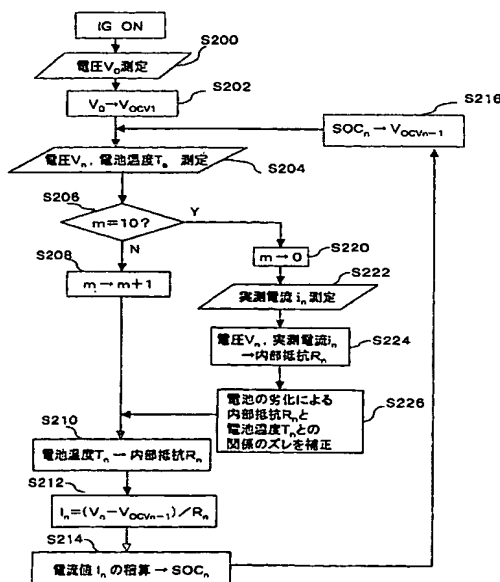
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 三井 正彦 (MIT-SUI, Masahiko) [JP/JP]; 〒471-8571 愛知県 豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 中山 佳行 (YAKAYAMA, Yoshiyuki) [JP/JP]; 〒471-8571 愛

[続業有]

(54) Title: BATTERY STATE-OF-CHARGE ESTIMATOR

(54) 発明の名称: バッテリー充電状態推定装置



S200...MEASURE VOLTAGE  $V_0$   
S204...MEASURE VOLTAGE  $V_n$  AND BATTERY TEMPERATURE  $T_n$   
S222...MEASURE ACTUAL MEASUREMENT CURRENT  $I_n$   
S224...VOLTAGE  $V_n$ , ACTUAL MEASUREMENT CURRENT  $I_n$  - INTERNAL RESISTANCE  $R_n$   
S226...CORRECT ERROR IN RELATIONSHIP BETWEEN INTERNAL RESISTANCE  $R_n$  AND BATTERY TEMPERATURE  $T_n$  CAUSED BY DEGRADATION OF BATTERY  
S210...BATTERY TEMPERATURE  $T_n$  - INTERNAL RESISTANCE  $R_n$   
S212...BATTERY TEMPERATURE  $T_n$  - INTERNAL RESISTANCE  $R_n$   
S214...INTEGRATION OF CURRENT VALUE  $I_n$  -> SOC<sub>n</sub>

(S222)、バッテリー電圧  $V_n$  と充放電電流  $i_n$ 

(57) Abstract: A battery ECU estimates the SOC by integrating the battery current measured by a current sensor, and the battery voltage  $V_n$  is measured by a voltage sensor and the battery temperature  $T_n$  is measured by a thermometer if the fluctuation of the charging/discharging current is great (S204). If the number  $m$  of estimations of SOC<sub>n</sub> is  $m < 10$ ,  $m$  is incremented (S208). The battery internal resistance  $R_n$  is estimated from the measured battery temperature  $T_n$  by using a correlation map showing the correlation between the previously stored battery temperature  $T$  and the battery internal resistance  $R$  (S210). An estimation charging/discharging current  $I_n$  is determined using the measured battery voltage  $V_n$ , the battery open voltage  $V_{ocv-1}$  determined on the basis of the previously estimated charged state, and the estimated battery internal resistance  $R_n$  (S212). The SOC<sub>n</sub> is estimated by integrating the estimated charging/discharging current  $I_n$  (S214). If the number  $m$  of estimations of the SOC<sub>n</sub> is  $m=10$  (S206), the number  $m$  of estimations is changed to 0 (S220). The charging/discharging current  $i_n$  is measured by a current sensor (S222). The battery internal resistance  $R_n$  is calculated from the battery voltage  $V_n$  and the charging/discharging current  $i_n$  (S224). The battery temperature  $T_n$  is also measured, and the T-R correlation map is corrected (S226).

(57) 要約: 電池ECUは、電流センサにより検出したバッテリー電流を積算してSOCを推定し、充放電電流の変動が大きい場合、電圧検出器でバッテリー電圧  $V_n$  が、温度計でバッテリー温度  $T_n$  が測定され (S204)、SOC<sub>n</sub> の推定動作  $m < 10$  の場合、 $m$  をインクリメントし (S208)、予め記憶されたバッテリー温度  $T$  とバッテリー内部抵抗  $R$  の相関マップを用い、測定されたバッテリー温度  $T_n$  からバッテリー内部抵抗  $R_n$  を推定する (S210)。次に実測のバッテリー電圧  $V_n$  と前回推定の充電状態に基づき求められたバッテリーの開放電圧  $V_{ocv-1}$  と推定されたバッテリー内部抵抗  $R_n$  とを用い推定充放電電流  $I_n$  を求め (S212)、推定充放電電流  $I_n$  を積算しSOC<sub>n</sub> を推定する (S214)。SOC<sub>n</sub> の推定動作  $m=10$  の場合 (S206)、推定動作  $m$  を0にし (S220)、電流センサにより充放電電流  $i_n$  を測定し

[続業有]

WO 2004/008166 A1



知県 豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社  
内 Aichi (JP).

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(74) 代理人: 吉田 研二, 外 (YOSHIDA, Kenji et al.); 〒  
180-0004 東京都 武蔵野市吉祥寺本町 1 丁目 3 4 番  
1 2 号 Tokyo (JP).

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

## バッテリー充電状態推定装置

技術分野

本発明は、車載バッテリーの充電状態を推定するバッテリー充電状態推定装置に関する。

背景技術

従来より、エンジンによる駆動や回生により発電を行う発電機と、バッテリーからの電力により作動し駆動輪を駆動するモータとを有するハイブリッド電気自動車やこのハイブリッド自動車を含む電気自動車には、ニッケル水素電池やリチウムイオン電池などのモータ駆動用二次電池（すなわち、バッテリー）が用いられている。

上述のバッテリーの充電状態を表す量の一つとしてSOC（state of charge）があり、満充電状態をSOCが100%と表し、一方SOCが0%の場合は充電量がゼロの状態であることを表す。また、バッテリーは、開放電圧VocvとSOCとは一対一の対応関係が成り立っている。そこで、バッテリーの開放電圧Vocvを計測または推定して、Vocv-SOC相関から開放電圧Vocv対応するSOCを求めることができる。

また、上述のバッテリーの充電状態（SOC）は、車両の走行状態（例えば、発進、通常走行、加速、減速など）や車両用負荷（ストップランプ、ヘッドランプ、ワイパ、電動ファンなど）によって変動するため、バッテリーの使用中にSOCを推定する必要がある。従来のバッテリーについてのSOC推定装置としては、バッテリーの電流（充放電電流）値を積算し、SOCを推定するSOC推定装置が広く利用されている。

例えば、特開2000-166105号公報には、図14、15に示されるように、バッテリー10の充放電電流を検出する電流センサ16が正常な場合には（S400、S402）、電池ECU34にて検出された充放電電流値を積算し

てSOCを求め（S404）、一方電流センサ16が異常な場合、充放電電流の積算ではSOCの検出が不可能なため、電圧検出器12が検出したバッテリー電圧に基づき電池ECU34にてバッテリーの充電状態を求める（S406、S407）装置が提案されている。

しかしながら、上記特開2000-166105号公報に記載のバッテリー充電状態制御装置では、電流センサが異常の場合には、そのときの電圧センサからのバッテリー電圧に基づいてバッテリー充電状態を求めているが、OCV-SOCの関係の傾きが変化する場合に、求められたSOC推定精度が低い。

また、電流センサの測定値の積算方法によるSOC推定手段において、電流測定値が誤差を含んだ値となった場合やノイズを含む場合には、SOCの推定精度が悪くなるという問題があった。

### 発明の開示

本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、バッテリーの電流値が誤差を含んだ値となった場合や異常な値になった場合においても、SOC推定の精度を向上させるバッテリー充電状態推定装置を提供することを目的とする。

本発明のバッテリー充電状態推定装置は、以下に示す特徴を有する。

（1）バッテリーの電圧を検出する電圧検出手段と、バッテリーの内部抵抗を推定する内部抵抗推定手段と、前記内部抵抗推定手段により求められたバッテリーの内部抵抗と前記バッテリーの電圧とバッテリーの開放電圧とに基づいて、バッテリーの推定充放電電流を演算する推定充放電電流演算手段と、前記推定充放電電流演算手段により求められた推定充放電電流に基づき、バッテリーの充放電状態（以下SOCという）を推定するSOC推定手段と、前記充放電電流の演算初回時にはバッテリーの実測電圧を前記バッテリーの開放電圧とし、前記演算初回以降は前回推定のSOCに基づき前記バッテリーの開放電圧を演算する開放電圧演算手段と、を有する。

上記バッテリー充電状態推定装置は、電流検出手段により検出される測定電流値を積算してSOCを推定するのではなく、バッテリーの内部抵抗を推定し、このバッテリーの推定内部抵抗と、バッテリー電圧と、前回推定のSOCに基づき算出され

たバッテリーの開放電圧とを用いて、バッテリーの推定充放電電流を求め、この推定充放電電流に基づきバッテリーの充電状態を推定するため、電流検出手段により検出された測定電流値が誤差を含んだ値になったり異常な値になった場合でも、精度の高いバッテリーの充電状態を推定することができる。

(2) バッテリーの電圧を検出する電圧検出手段と、バッテリーの状態からバッテリーの内部抵抗を推定する内部抵抗推定手段と、前記内部抵抗推定手段により求められたバッテリーの内部抵抗と前記バッテリーの電圧とバッテリーの開放電圧とに基づいて、バッテリーの推定充放電電流を演算する推定充放電電流演算手段と、前記推定充放電電流演算手段により求められた推定充放電電流に基づき、バッテリーの充電状態を推定する第1 SOC推定手段と、前記充放電電流の演算初回時にはバッテリーの実測電圧を前記バッテリーの開放電圧とし、前記演算初回以降は前回推定のSOCに基づき前記バッテリーの開放電圧を演算する開放電圧演算手段と、を有する。

上記バッテリー充電状態推定装置は、電流検出手段により検出される測定電流値を用いることなく、バッテリーの状態からバッテリーの内部抵抗を推定し、このバッテリーの推定内部抵抗と、バッテリー電圧と、前回推定のSOCに基づき算出されたバッテリーの開放電圧とを用いて、バッテリーの推定充放電電流を求め、この推定充放電電流に基づきバッテリーの充電状態を推定するため、電流検出手段により検出された測定電流値が誤差を含んだ値になったり異常値になった場合でもこの測定電流値に左右されることなく、精度の高いバッテリーの充電状態を推定することができる。また、高価な電流検出手段を有しない構成とすることにより、バッテリー充電状態推定装置のコストを削減することができる。

(3) 上記(2)に記載のバッテリー充電状態推定装置において、更に、バッテリーの温度を検出する温度検出手段を有し、前記内部抵抗推定手段は、バッテリーの温度から内部抵抗を推定する。

バッテリーの温度とバッテリーの内部抵抗とは相関関係があることから、例えば予めバッテリーの温度をそのときのバッテリーの内部抵抗とを測定し、相関マップを記憶させておけば、バッテリーの温度からバッテリーの内部抵抗を簡便に求めることができる。

(4) 上記(2)または(3)に記載のバッテリー充電状態推定装置において、更に、バッテリーの充放電電流を検出する電流検出手段と、前記電流検出手段により検出されたバッテリーの実測充放電電流と前記電圧検出手段により検出されたバッテリーの電圧とに基づき、バッテリーの内部抵抗を演算する内部抵抗演算手段と、前記内部抵抗推定手段により推定される推定内部抵抗を、間欠的に前記内部抵抗演算手段により求められた内部抵抗に基づき補正する内部抵抗補正手段と、を有する。

例えば、経時によりバッテリーの内部抵抗が変化するバッテリーにおいてSOCを推定する場合には、バッテリーの充放電電流とバッテリーの電圧とからバッテリーの内部抵抗を演算し、例えば定期的に、演算された内部抵抗に基づいて推定内部抵抗を補正することにより、バッテリーの経時劣化による推定SOCの誤差増大を抑制することができ、精度よくSOCを推定することができる。

(5) 上記(3)または(4)に記載のバッテリー充電状態推定装置において、前記内部抵抗補正手段は、前記内部抵抗演算手段により求められた内部抵抗と実測バッテリー温度とから、推定内部抵抗とバッテリーの温度との関係を補正する。

これにより、経時において、バッテリーの温度に対する内部抵抗が変化したとしても、例えば定期的にバッテリー温度とバッテリーの内部抵抗との相関関係を修正更新し、バッテリーのSOC推定の経時精度を向上させることができる。

(6) バッテリーの充放電電流を検出する電流検出手段と、バッテリーの電圧を検出する電圧検出手段と、前記電流検出手段により検出されたバッテリーの実測充放電電流と前記電圧検出手段により検出されたバッテリーの電圧とに基づき、バッテリー内部抵抗を演算する内部抵抗演算手段と、前記内部抵抗演算手段により求められたバッテリーの内部抵抗と前記バッテリーの電圧とバッテリーの開放電圧とに基づいて、バッテリーの推定充放電電流を演算する推定充放電電流演算手段と、前記推定充放電電流演算手段により求められた推定充放電電流に基づき、バッテリーの充電状態を推定する第2SOC推定手段と、前記充放電電流の演算初回時にはバッテリーの実測電圧を前記バッテリーの開放電圧とし、前記演算初回以降は前回推定のSOCに基づき前記バッテリーの開放電圧を演算する開放電圧演算手段と、を有する。

電流検出手段により検出された実測充放電電流をそのまま積算するのではなく、

検出された実測充放電電流と実測電圧とからバッテリーの内部抵抗を演算し、演算されたバッテリーの内部抵抗とバッテリーの実測電圧とバッテリーの開放電圧とからバッテリーの推定充放電電流を演算して、この推定充放電電流を積算しSOCを推定するため、仮に電流検出手段の検出する実測充放電電流に誤差が含まれていたとしても、推定SOCの精度を悪化させることを抑制することができる。また、経時によりバッテリーの内部抵抗が変化するバッテリーにおいてSOCを推定する場合に、バッテリーの実測充放電電流とバッテリーの実測電圧とからバッテリーの内部抵抗を演算するため、バッテリーの経時劣化による推定SOCの誤差増大を抑制することができる。従って、上述の装置であればSOCを精度よく推定することができる。

(7) バッテリーの充放電電流を検出する電流検出手段と、バッテリーの電圧を検出する電圧検出手段と、バッテリーの状態からバッテリーの内部抵抗を推定する内部抵抗推定手段と、前記内部抵抗推定手段により求められたバッテリーの内部抵抗と前記バッテリーの電圧とバッテリーの開放電圧とに基づいて、バッテリーの推定充放電電流を演算する第1の推定充放電電流演算手段と、前記第1の推定充放電電流演算手段により求められた推定充放電電流に基づき、バッテリーの充電状態を推定する第1SOC推定手段と、前記電流検出手段により検出されたバッテリーの実測充放電電流と前記電圧検出手段により検出されたバッテリーの電圧とに基づき、バッテリーの内部抵抗を演算する内部抵抗演算手段と、前記内部抵抗演算手段により求められたバッテリーの内部抵抗と前記バッテリーの電圧とバッテリーの開放電圧とに基づいて、バッテリーの推定充放電電流を演算する第2の推定充放電電流演算手段と、前記第2の推定充放電電流演算手段により求められた推定充放電電流に基づき、バッテリーの充電状態を推定する第2SOC推定手段と、前記バッテリーの状態に基づいて前記第1SOC推定手段からのSOCと前記第2SOC推定手段からのSOCとを切り換える切換手段と、前記充放電電流の演算初回時にはバッテリーの実測電圧を前記バッテリーの開放電圧とし、前記演算初回以降は前回推定のSOCに基づき前記バッテリーの開放電圧を演算する開放電圧演算手段と、を有する。

このように、第1SOC推定手段と第2SOC推定手段とを切り換えるため、電流検出手段により検出される実測充放電電流に誤差が含まれたり異常な値にな

った場合であっても、より精度よくSOCを推定することができる。

(8) 上記(7)に記載のバッテリー充電状態推定装置において、更に、前記電流検出手段により検出された実測充放電電流値と前記推定充放電電流演算手段により演算された推定充放電電流値とを比較し、両充放電電流値の差が所定差より大きい場合には前記電流検出手段が異常であると判定し、前記差が所定差以下の場合には前記電流検出手段は正常であると判定する異常検出手段を有し、前記切換手段は、前記異常検出手段において前記電流検出手段が異常であると判定された場合には第1SOC推定手段からのSOCに切り換え、前記異常検出手段において前記電流検出手段が正常であると判定された場合には第2SOC推定手段からのSOCに切り換える。

上記異常検出手段において電流検出手段が異常であるか否かを判定することによって、推定充放電電流の演算時に実測充放電電流値を用いるか否かを判断し、第1、第2SOC推定手段のいずれかを選択するため、より精度の高いSOCを推定することができる。

(9) 上記(3)又は(5)に記載のバッテリー充電状態推定装置において、前記温度検出手段は、バッテリーの内部あるいはバッテリー表面又は表面近傍に設置されている。

一般に、バッテリーの内部抵抗の変化によりバッテリーの温度が変化する。従って、バッテリーの表面近傍又はその表面もしくはバッテリーの内部に温度検出手段を設置することにより、バッテリーの内部抵抗と相関性の高いバッテリー温度を検出することができる。その結果、推定SOCの精度も向上する。

(10) 上記(1)から(9)のいずれか1つに記載のバッテリー充電状態推定装置において、前記第1のSOC推定手段、第2のSOC推定手段又はSOC推定手段の少なくとも一つの手段は、所定時間毎にSOCを推定する。

所定時間毎にSOC推定を行うことにより、より直近のバッテリーの充電状態を把握することができる。

(11) 上記(1)から(3)のいずれか1つに記載のバッテリー充電状態推定装置において、更に、バッテリーの充放電電流を検出する電流検出手段と、前記SOC推定手段又は第1SOC推定手段により推定されたSOCと前記SOC推定



中の前記電流検出手段により検出されるバッテリーの充放電電流の積算値とに基づき、バッテリーの全容量を求める第1のバッテリー全容量算出手段と、前記第1のバッテリー全容量算出手段により得られたバッテリー全容量と前記電流検出手段により検出されたバッテリーの実測充放電とに基づきバッテリーの充電状態を推定する第3 SOC推定手段と、を有する。

一般に、バッテリーの実測電圧値を用い演算して得られたバッテリーの推定充放電電流に基づきSOCを推定する場合には、バッテリーの劣化に伴い容量が変化しても、SOCと開放電圧との関係が変化しないため、正しいSOCを推定することは可能ではある。しかし、開放電圧を求める際にバッテリーの分極電圧とその微小変動とを考慮しない場合、分極電圧及びその変動により推定されるバッテリーの推定充放電電流値の精度がやや低下するため、より精度の高い推定は難しい場合がある。一方、従来のようなバッテリーの実測電流値に基づきSOCを推定する場合には、初期SOCが正しく、電流検出手段の精度が高く、かつバッテリーの全容量が常時一定であることにより、初めて精度の高い推定が可能であった。そこで、バッテリーの分極電圧を考慮しない場合であっても、バッテリーの劣化に伴うバッテリー全容量の変化を把握することにより、より精度の高いSOCの推定を行うことができる。

(12) 上記(4)から(8)のいずれか1つに記載のバッテリー充放電状態推定装置において、更に、前記第1SOC推定手段又は第2SOC推定手段により推定されたSOCと前記SOC推定中の前記電流検出手段により検出されたバッテリーの充放電電流の積算値とに基づきバッテリーの全容量を求める第2のバッテリー全容量算出手段と、前記第2のバッテリー全容量算出手段により得られたバッテリー全容量と前記電流検出手段により検出されたバッテリーの実測充放電電流とに基づきバッテリーの充電状態を推定する第4SOC推定手段と、を有する。

上述同様、上述のような構成によれば、バッテリーの劣化に伴うバッテリー全容量の変化を考慮し、より精度の高いSOCの推定を行うことができる。

(13) 上記(11)又は(12)に記載のバッテリー充放電状態推定装置において、前記バッテリー内部の個別セルの各々の残容量を検出する残容量検出手段と、前記残容量検出手段の各々から得られた前記個別セルの残容量から最低残容量を

検出し前記最低残容量に基づいてバッテリーの残留エネルギー量を算出する残留エネルギー量算出手段と、を有する。

上述の構成により、バッテリーが劣化して容量が変化したとしても、バッテリーから取り出せる最小残留エネルギー量を把握することができる。

(14) 上記(1)から(13)のいずれか1つに記載のバッテリー充放電状態推定装置において、前記推定充放電電流演算手段又は第1の充放電電流演算手段又は第2の充放電電流演算手段は、前記バッテリーの内部抵抗とバッテリーの電圧とバッテリーの開放電圧と更に分極電圧とに基づき、バッテリーの推定充放電電流を算出する。

バッテリーにおける分極電圧を考慮することにより、より精度よいSOCを推定することができる。例えば、バッテリーがリチウム電池の場合には、分極の影響がSOCの推定で影響を及ぼすおそれがあり、特にリチウム電池の場合には上述のバッテリーの推定充放電電流の算出が好ましい。

(15) 上記(14)に記載のバッテリー充放電状態推定装置において、前記バッテリーの充放電電流を検出する電流検出手段により検出された実測充放電電流値と、前記推定充放電電流演算手段又は第1、第2の充放電電流手段のいずれかより求められた推定充放電電流値とを比較し、両電流値の差が所定差より大きい場合には前記電流検出手段が異常であると判定し、前記差が所定値以下の場合には前記電流検出手段は正常であると判定する電流検出用異常検出手段を有し、前記電流検出用異常検出手段において前記電流検出手段が異常であると判定された場合には前記推定充放電電流値に基づいてSOCを推定し、前記電流検出用異常検出手段において前記電流検出手段が正常であると判定された場合には前記実測充放電電流値を用いてSOCを推定する。

上記電流検出用異常検出手段を用いることにより、電流検出手段の精度判定を行うことができ、更に、より正確な充放電電流値を用い、より精度の高いSOCの推定を行うことができる。

(16) 上記(14)に記載のバッテリー充放電状態推定装置において、バッテリーの環境温度に応じて、前記バッテリーの充放電電流を検出する電流検出手段により検出された実測充放電電流値と、前記推定充放電電流演算手段又は第1、第2

の充放電電流手段のいずれかより求められた推定充放電電流値とのいずれか一方を選択し、選択された充放電電流値に基づいてSOCを推定する。

バッテリーの環境温度の温度領域に応じて、電流検出手段の検出精度が高く実測充放電電流値の精度が高い場合と、上記推定充放電電流値の精度が高い場合とがあり、より精度の高い充放電電流値に基づいてSOCを推定することで、より精度の高いSOCの推定を行うことができる。

(17) 上記(14)に記載のバッテリー充放電状態推定装置において、前記分極電圧を考慮した前記バッテリーの充放電電流が所定値を超えた場合にはバッテリーの充放電を禁止する充放電禁止手段を有する。

分極電圧を考慮したバッテリーの充放電電流値は、電流センサなどの電流検出手段の常使用域(例えば-120A~120A)より広範囲な領域でも精度よく得られるため、バッテリーの充放電の禁止条件成立の判定に用いることは有用である。

(18) 上記(11)から(17)のいずれか1つに記載のバッテリー充放電状態推定装置において、前記温度検出手段は、バッテリーの内部あるいはバッテリー表面又は表面近傍に設置されている。

上述したように、バッテリーの内部抵抗と相関性の高いバッテリー温度を検出することにより、推定SOCの精度が向上する。

(19) 上記(11)から(18)のいずれか1つに記載のバッテリー充電状態推定装置において、前記第1SOC推定手段、第2SOC推定手段又はSOC推定手段の少なくとも一つの手段は、所定時間毎にSOCを推定する。

所定時間ごとにSOC推定を行うことにより、より直近のバッテリーの充放電状態を把握することができる。

### 図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施の形態1、2のバッテリー充電状態推定装置をハイブリッド電気自動車に適用したシステムの構成を示すブロック図である。

図2は、本発明の実施の形態1の第2のSOC推定手段の動作を説明するフローチャートである。

図3は、本発明の実施の形態1の第2SOC推定手段により推定されたバッテ

りの推定SOCと実際のバッテリーのSOCとの自己収束を説明する図である。

図4は、本発明の実施の形態2の第1SOC推定手段の一例の動作を説明するフローチャートである。

図5は、本発明の実施の形態3のバッテリー充電状態推定装置をハイブリッド電気自動車に適用したシステムの構成を示すブロック図である。

図6は、本発明の実施の形態3の第1SOC推定手段の他の例の動作を説明するフローチャートである。

図7は、本発明の実施の形態4の第1、第2のSOC推定手段の切換動作を説明するフローチャートである。

図8は、本発明の実施の形態5のSOC推定の一例の動作を説明するフローチャートである。

図9は、本発明の実施の形態6のバッテリーの残量エネルギー量を算出する動作の一例を説明するフローチャートである。

図10は、本発明の実施の形態7のSOC推定の一例の動作を説明するフローチャートである。

図11は、本発明の実施の形態8のSOC推定の一例の動作を説明するフローチャートである。

図12は、本発明の実施の形態9のSOC推定の一例の動作を説明するフローチャートである。

図13は、本発明の実施の形態10のSOC推定の一例の動作を説明するフローチャートである。

図14は、従来のバッテリー充電状態制御装置をハイブリッド電気自動車に適用したシステムの構成を示すブロック図である。

図15は、従来のバッテリー充電状態制御装置のSOC推定手段の動作を説明するフローチャートである。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について、図面に基づいて説明する。

実施の形態1.

## <電流検出手段を有する第1の装置例>

### [バッテリー充電状態推定装置の構成]

図1は、本実施の形態のバッテリー充電状態推定装置をハイブリッド電気自動車に適用したシステムの構成を示すブロック図である。バッテリー10は、多数のバッテリーセルを直列接続した組電池であり、例えば、ニッケル水素(Ni-MH)電池、リチウムイオン電池などのセルからなる。

バッテリー10の電圧は、電圧検出手段である電圧検出器12で計測され、電池ECU14に供給される。また、この電池ECU14には、バッテリー電流を検出する電流検出手段である電流センサ16も接続されており、検出されたバッテリー電流値が電池ECU14に供給される。また、バッテリー10には、バッテリー温度を検出する温度計26が設けられ、検出されたバッテリー温度の値も電池ECU14に供給される。ここで、温度計26は、バッテリー10の内部あるいはバッテリー10の表面又は表面近傍に配置される。また、バッテリー10と電流センサ16との間には、開電圧測定用のリレー1が設けられ、一方バッテリー10とDC/DCコンバータ32との間にも開電圧測定用のリレー2が設けられている。DC/DCコンバータ32には、12Vバッテリー36を介して車両用負荷38に接続されている。なお、車両用負荷38としては、例えばストップランプ、電動ファン、ブロワ、ヘッドライト、フォグラмп、デフォッグ、ワイパなどが挙げられる。HVECU18は、アクセサリセンサ等18からの信号を受け、さらにエンジン24の出力等の制御するE/GECU28へエンジンの出力指令を出すと共に、E/GECU28からのエンジン出力制御情報を受ける。さらに、HVECU18は、モータへトルク指令などをモータECU38に出力するとともに、モータECU38からのモータ制御情報を入力する。また、モータECU38は、インバータ20におけるスイッチング制御を行う。これにより、モータジェネレータ22への入力が決定的され、駆動輪を出力に応じて駆動させることができる。なお、本実施の形態では、電圧検出手段、電流検出手段、温度計がそれぞれ1つずつ配置された構成について説明したが、これに限るものではなく、検出精度を上げるために、電圧検出手段、電流検出手段、温度計はそれぞれ複数個複数個所、例えば各セル毎に配置されていてもよい。また、図1に示す上記電流検出手段として

の電流センサ 16 が、例えば磁気検出式の電流センサであってもよい。

そして、この電池 ECU 14 は、供給されるバッテリー電圧及びバッテリー電流の両方に基づいて、後述する 2 種類の第 1, 第 2, 第 3, 第 4 SOC 検出手段を有している。そして、電池 ECU 14 は、いずれかの SOC 検出手段で検出された SOC を HVECU 18 に供給する。

この HVECU 18 は、アクセル開度、ブレーキ踏み込み量、車速などの情報に基づいてトルク指令を決定し、モータジェネレータ 22 の出力がトルク指令に合致するように制御する。すなわち、HVECU 18 は、インバータ 20 におけるスイッチングを制御すると共に、エンジン 24 の出力を制御する。これによって、モータジェネレータ 22 への入力が決まり、モータジェネレータ 22 の出力がトルク指令に合致したものに制御される。

また、バッテリー 10 は、例えば、車両の走行状態（例えば、発進、通常走行、加速、減速など）や車両用負荷（ストップランプ、ヘッドランプ、ワイパ、電動ファンなど）とバッテリー充電状態とによって充電または放電される。

#### [バッテリー充電状態の推定]

次に、図 2 を用いて、本発明における第 2 SOC 推定手段の一例の動作について説明する。本実施の形態では、電流センサ 16 により実測の充放電電流値が誤差を含む場合における誤差積算による問題を解決するものである。

すなわち、IG が ON されると、電圧検出器 12 において、リレー 1、リレー 2 がオンする前に初回バッテリー電圧  $V_0$  が測定される (S100)。次に、この初回バッテリー電圧  $V_0$  を開放電圧  $V_{ocv1}$  とする (S102)。次いで、電圧検出器 12 においてリレー 1、リレー 2 のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー電圧  $V_n$  ( $n$  は 1 ~  $n$  で 0 を含まない。以下同様) が、また電流センサ 16 においてリレー 1、リレー 2 のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー充放電電流  $i_n$  が測定される (S104)。そして、バッテリー電圧  $V_n$  と実測のバッテリー電流  $i_n$  に基づき、バッテリー内部抵抗  $R_n$  を求める (S106)。次いで、実測のバッテリー電圧  $V_n$  と、前回推定の充電状態 (SOC) に基づき求められたバッテリーの開放電圧  $V_{ocv_{n-1}}$  と、演算により求められたバッテリー内部抵抗  $R_n$  と、を用いて推定充放電電流  $I_n$  を求める (S108)。但し、この S108 において、推定充

放電電流  $I_n$  の演算の初回時には、上記バッテリーの開放電圧  $V_{ocv_{n-1}}$  としてバッテリーの実測電圧  $V_o$  を用いる。次いで、推定充放電電流  $I_n$  を積算して  $SOC_n$  を推定する (S110)。なお、予め記憶されている  $SOC$  と開放電圧  $V_{ocv}$  との相関関係のマップを用いて、求められた  $SOC_n$  に基づき  $V_{ocv_{n-1}}$  を求め (S112)、この  $V_{ocv_{n-1}}$  を基に次回の  $SOC$  を推定する。

上述した実施の形態1に示す第2  $SOC$  推定手段は、図3に示すように、推定充放電電流値の積算によって推定される推定  $SOC$  が実際の  $SOC$  に収束するため、バッテリー充電状態 ( $SOC$ ) の推定精度が向上する。すなわち、実測電圧  $V_m$ 、内部抵抗  $R$ 、開放電圧  $V_{ocv}$  とすると以下の式 (1) が成り立つ。

$$\text{電流 } I = (V_m - V_{ocv}) / R \quad \cdots (1)$$

ここで、真の電流値を  $I_{real}$  とすると、以下の式 (2) が成り立つ。

$$\text{真の電流値 } I_{real} = (V_m - V_{ocv-real}) / R \quad \cdots (2)$$

推定  $V_{ocv}$  が  $V_{ocv-real}$  より大きい場合、すなわち  $V_{ocv-real} < V_{ocv1}$  のときは、以下の式 (3) が成り立つ。

$$(V_m - V_{ocv1}) / R = I_1 < I_{real} \quad \cdots (3)$$

一方、推定  $V_{ocv}$  が  $V_{ocv-real}$  より小さい場合、すなわち  $V_{ocv-real} > V_{ocv2}$  のときは、以下の式 (4) が成り立つ。

$$(V_m - V_{ocv2}) / R = I_2 > I_{real} \quad \cdots (4)$$

以上より、推定  $SOC$  が実際の  $SOC$  より大きいときには、図3に示すように、常に充放電電流値  $I_1$  は実際の電流値  $I_{real}$  より小さく見積もられ、一方推定  $SOC$  が実際の  $SOC$  より小さいときは、図3に示すように、常に電流値  $I_2$  は実際の電流値  $I_{real}$  より大きく見積もられるので、時間の経過とともに、推定  $SOC$  は実際の  $SOC$  に自己収束する。従って、本発明の  $SOC$  推定装置の推定  $SOC$  精度は向上する。

従って、電流センサ16の測定充放電電流値が誤差を含んでしまった場合でも、推定  $SOC$  の精度が悪化されることは抑制される。

実施の形態2.

<電流検出手段を有する第2の装置例>

## [バッテリー充電状態推定装置の構成]

本実施の形態のバッテリー充電状態推定装置は、上記実施の形態 1 と同一の構成を有するため、実施の形態 1 と同一の構成には同一の符号を付し、その説明を省略する。

## [バッテリー充電状態の推定]

図 1 の電池 ECU 14 において、本発明における第 1 SOC 推定手段の一例は図 4 に示すような動作をする。

すなわち、IG が ON されると、電圧検出器 12 において、リレー 1、リレー 2 がオンする前に初回バッテリー電圧  $V_0$  が測定される (S200)。次に、この初回バッテリー電圧  $V_0$  を開放電圧  $V_{ocv1}$  とする (S202)。次いで、電圧検出器 12 においてリレー 1、リレー 2 のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー電圧  $V_n$  ( $n$  は 1 ~  $n$  で 0 を含まない。以下同様) が、また温度計 26 において現状のバッテリー温度  $T_n$  が測定される (S204)。ここで、以下に示す  $SOC_n$  の推定動作  $m$  が 10 回行われたか否か判定し (S206)、推定動作  $m$  が 10 回未満の場合にはその回数を一つインクリメントしたのち (S208)、予め記憶されているバッテリー温度  $T$  とバッテリーの内部抵抗  $R$  との相関関係のマップを用いて、測定されたバッテリー温度  $T_n$  からバッテリー内部抵抗  $R_n$  を推定する (S210)。次いで、実測のバッテリー電圧  $V_n$  と、前回推定の充電状態 (SOC) に基づき求められたバッテリーの開放電圧  $V_{ocv_{n-1}}$  と、推定されたバッテリー内部抵抗  $R_n$  と、を用いて推定充放電電流  $I_n$  を求める (S212)。但し、この S212 において、推定充放電電流  $I_n$  の演算の初回時には、上記バッテリーの開放電圧  $V_{ocv_{n-1}}$  としてバッテリーの実測電圧  $V_0$  を用いる。次いで、推定充放電電流  $I_n$  を積算して  $SOC_n$  を推定する (S214)。なお、予め記憶されている SOC と開放電圧  $V_{ocv}$  との相関関係のマップを用いて、求められた  $SOC_n$  に基づき  $V_{ocv_{n-1}}$  を求め (S216)、この  $V_{ocv_{n-1}}$  を基に次回の SOC を推定する。

一方、 $SOC_n$  の推定動作  $m$  が 10 回に達した場合には (S206)、推定動作  $m$  を 0 にリセットし (S220)、電流センサ 16 により充放電電流  $i_n$  を測定する (S222)。次いで、バッテリー電圧  $V_n$  と実測の充放電電流  $i_n$  とからバッテリー内部抵抗  $R_n$  を演算し (S224)、更にこのときのバッテリー温度  $T_n$  も測



定して、例えば電池の劣化による内部抵抗 $R$ と電離温度 $T$ との関係のズレを補正するため、上述した予め記憶されているバッテリー温度 $T$ とバッテリーの内部抵抗 $R$ との相関関係のマップを補正する（S 2 2 6）。この補正に基づいて修正更新された $T-R$ 相関関係のマップを基にS 2 1 0以降の動作を行う。通常、電流センサ16の瞬間時に測定される充放電電流 $i_n$ は正しく、したがってこの実測充放電電流 $i_n$ を用いて修正することにより後述するように推定SOCの精度を維持することができる。

ここで、図4のS 2 0 4からS 2 1 6の一連の動作は、通常8ミリ秒で行われるが、この一連の動作が1秒程度の長いものであってもよい。

上述の第1のSOC推定手段によれば、基本的に、電流センサ16からの充放電電流を用いることなくバッテリーの内部抵抗を推定するため、電流センサ16により測定された実測充放電電流値が誤差を含んだ値になった場合や異常な値になった場合でもこの実測の充放電電流値に左右されることなく、精度の高いバッテリーの充電状態を推定することができる。更に、定期的に、演算された内部抵抗に基づいて推定内部抵抗を補正することにより、バッテリーの経時劣化による推定SOCの誤差増大を抑制することができる。

### 実施の形態3.

#### <電流検出手段を用いない第3の装置例>

##### [バッテリー充電状態推定装置の構成]

本実施の形態のバッテリー充電状態推定装置は、上記実施の形態1, 2とは電流センサ16を有しない点を除き、同一の構成を有するため、実施の形態1, 2と同一の構成には同一の符号を付し、その説明を省略する。

##### [バッテリー充電状態の推定]

図5の電池ECU14において、本発明の第1SOC推定手段の他の例の動作を図6を用いて説明する。

すなわち、IGがONされると、電圧検出器12において、リレー2がオンする前に初回バッテリー電圧 $V_0$ が測定される（S 3 0 0）。次に、この初回バッテリー電圧 $V_0$ を開放電圧 $V_{ocv1}$ とする（S 3 0 2）。次いで、電圧検出器12にお

いてリレー 2 のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー電圧  $V_n$  ( $n$  は 1 ~  $n$  で 0 を含まない。以下同様) が、また温度計 26 において現状のバッテリー温度  $T_n$  が測定される (S304)。そして、予め記憶されているバッテリー温度  $T$  とバッテリーの内部抵抗  $R$  との相関関係のマップを用いて、測定されたバッテリー温度  $T_n$  からバッテリー内部抵抗  $R_n$  を推定する (S306)。次いで、実測のバッテリー電圧  $V_n$  と、前回推定の充電状態 (SOC) に基づき求められたバッテリーの開放電圧  $V_{ocv_{n-1}}$  と、推定されたバッテリー内部抵抗  $R_n$  と、を用いて推定充放電電流  $I_n$  を求める (S308)。但し、この S308 において、推定充放電電流  $I_n$  の演算の初回時には、上記バッテリーの開放電圧  $V_{ocv_{n-1}}$  としてバッテリーの実測電圧  $V_o$  を用いる。次いで、推定充放電電流  $I_n$  を積算して  $SOC_n$  を推定する (S310)。なお、予め記憶されている SOC と開放電圧  $V_{ocv}$  との相関関係のマップを用いて、求められた  $SOC_n$  に基づき  $V_{ocv_{n-1}}$  を求め (S312)、この  $V_{ocv_{n-1}}$  を基に次回の SOC を推定する。

なお、上記第 1 SOC 推定手段は、電流センサ 16 を用いることなく SOC を推定するため、電流センサ 16 がノイズを含む出力のような環境にも、電流センサ 16 の出力に関係なく、精度よく SOC を推定することができる。更に、高価な電流センサを有しない点で、バッテリーの経時におけるバッテリー内部抵抗とバッテリー温度とはほとんど変化しない場合には装置のコストを削減できるため好ましいが、例えばバッテリーの内部抵抗とバッテリー温度との相関関係の経時変化によるマップを複数予め記憶している場合にも有効である。一方、上記実施の形態 2 において説明したように、随時、実測充放電電流  $i_n$  を用いてバッテリー内部抵抗を演算し、更にそのときのバッテリー温度を測定し、この演算バッテリー内部抵抗と実測バッテリー温度とを用いて、上記バッテリー内部抵抗-温度との相関関係マップを補正してもよい (すなわち、図 4 の S206 ~ S210, S220 ~ S226 の工程)。

#### 実施の形態 4.

##### <電流検出手段を有する第 4 の装置例>

また、別の態様として、図 1 に示す電池 ECU 14 内に、電流センサ 16 によ

り検出された実測の充放電電流  $i_n$  と後述する推定充放電電流  $I_n$  とを比較し、両充放電電流  $i_n$ ,  $I_n$  の差の絶対値が所定差より大きい場合には、電流センサ 16 が異常であると判定し、一方差が所定差以下の場合には電流センサ 16 が正常であると判定する電流センサ異常判定装置が設けられていてもよい。かかる態様では、図 7 に示すような第 1 SOC 推定手段および第 2 の SOC 推定手段が切換動作する。

すなわち、IG が ON されると、電圧検出器 12 において、リレー 1、リレー 2 がオンする前に初回バッテリー電圧  $V_0$  が測定される (S100)。次に、この初回バッテリー電圧  $V_0$  を開放電圧  $V_{ocv1}$  とする (S102)。次いで、電圧検出器 12 においてリレー 1、リレー 2 のオンの後の負荷状態下での現状のバッテリー電圧  $V_n$  ( $n$  は 1 ~  $n$  で 0 を含まない。以下同様) が、また電流センサ 16 においてリレー 1、リレー 2 のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー充放電電流  $i_n$  が測定される (S104)。そして、バッテリー電圧  $V_n$  と実測のバッテリー電流  $i_n$  に基づき、バッテリー内部抵抗  $R_n$  を求める (S106)。次いで、実測のバッテリー電圧  $V_n$  と、前回推定の充電状態 (SOC) に基づき求められたバッテリーの開放電圧  $V_{ocv_{n-1}}$  と、演算により求められたバッテリー内部抵抗  $R_n$  と、を用いて推定充放電電流  $I_n$  を求める (S108)。次いで、実測のバッテリー充放電電流  $i_n$  と推定充放電電流値  $I_n$  とを比較し、両電流値の差が所定差より大きい場合には電流センサ 16 が異常であると判定されると (S109)、第 1 SOC 推定手段に切換、電圧検出器 12 において現状のバッテリー電圧  $V_n$  ( $n$  は 1 ~  $n$  で 0 を含まない。以下同様) が、また温度計 26 において現状のバッテリー温度  $T_n$  が測定される (S304)。そして、予め記憶されているバッテリー温度  $T$  とバッテリーの内部抵抗  $R$  との相関関係のマップを用いて、測定されたバッテリー温度  $T_n$  からバッテリー内部抵抗  $R_n$  を推定する (S306)。次いで、実測のバッテリー電圧  $V_n$  と、前回推定の充電状態 (SOC) に基づき求められたバッテリーの開放電圧  $V_{ocv_{n-1}}$  と、推定されたバッテリー内部抵抗  $R_n$  と、を用いて推定充放電電流  $I_n$  を求める (S308)。但し、この S308 において、推定充放電電流  $I_n$  の演算の初回時には、上記バッテリーの開放電圧  $V_{ocv_{n-1}}$  としてバッテリーの実測電圧  $V_0$  を用いる。次いで、推定充放電電流  $I_n$  を積算して SOC<sub>n</sub> を推定する (S310)。

一方、両電流値の差が所定差以下の場合には、電流センサ 16 は正常であると判定して (S 109)、第 2 SOC 推定手段により、推定充放電電流  $I_n$  を積算して SOC<sub>n</sub> を推定する (S 110)。但し、この S 108 において、推定充放電電流  $I_n$  の演算の初回時には、上記バッテリーの開放電圧  $V_{ocv_{n-1}}$  としてバッテリーの実測電圧  $V_o$  を用いる。なお、予め記憶されている SOC と開放電圧  $V_{ocv}$  との相関関係のマップを用いて、求められた SOC<sub>n</sub> に基づき  $V_{ocv_{n-1}}$  を求め (S 112)、この  $V_{ocv_{n-1}}$  を基に次回の SOC を推定する。また、上述の第 1、第 2 SOC 推定手段を切り換えて用いる装置であれば、電流センサ 16 が一時的な異常の場合であっても、電流センサ 16 が異常であると判定されたあと (S 109)、上記 S 304 ~ S 310 から S 112 を介して、精度よく SOC が推定される。

更に、上述の実施の形態では、実測のバッテリー充放電電流  $i_n$  と推定充放電電流値  $I_n$  とを比較し、両電流値の差が所定差より大きい場合には電流センサ 16 が異常であると判定したが、これに限るものではなく、図 7 の S 109 の代わりに、バッテリー充放電電流  $i_n$  の変動が大きくなった場合に、第 2 SOC 推定手段 (S 304 から S 310) に切り換えてもよい。

なお、上述の第 1 SOC 推定手段において、例えばバッテリーの内部抵抗とバッテリー温度との相関関係の経時変化によるマップを複数予め記憶していることが好適である。また、第 1 SOC 推定手段において、上記実施の形態 2 において説明したように、随時、実測充放電電流  $i_n$  を用いてバッテリー内部抵抗を演算し、更にそのときのバッテリー温度を測定し、この演算バッテリー内部抵抗と実測バッテリー温度とを用いて、上記バッテリー内部抵抗-温度との相関関係マップを補正してもよい (すなわち、図 4 の S 206 ~ S 210, S 220 ~ S 226 の工程)。

また、他の態様として、電流センサ 16 により測定された実測バッテリー充放電電流を積算して SOC を推定する第 3 SOC 推定手段を有し、基本的には第 3 SOC 推定手段を用いて SOC を推定し、電流センサ 16 が異常の場合や測定電流値に誤差を含むようになった場合には (上述の実施の形態 4 の S 109 の場合やバッテリー充放電電流の変動が大きい場合を含む)、上述した実施の形態 1 から実施の形態 3 に記載した第 1、第 2 SOC 推定手段に切換えて SOC を推定しても

よい。

#### 実施の形態 5.

##### <電流検出手段を有する第 5 の装置例>

###### [バッテリー充電状態推定装置の構成]

本実施の形態のバッテリー充電状態推定装置は、上記実施の形態 1～4 と同一の構成を有するため、実施の形態 1～4 と同一の構成には同一の符号を付し、その説明を省略する。

###### [バッテリー充電状態の推定]

図 1 の電池 ECU 14 において、本発明における第 3 又は第 4 SOC 推定手段の一例は図 8 に示すような動作をする。また、本実施の形態では、図 1 に示す電池 ECU 14 内に、バッテリーの容量を随時又は常時算出するバッテリー容量算出装置が設けられている。

図 8 に示すように、IG が ON されると、電圧検出器 12 において、リレー 1、リレー 2 がオンする前に初回バッテリー電圧  $V_0$  が測定される (S100)。次に、この初回バッテリー電圧  $V_0$  を開放電圧  $V_{ocv1}$  とする (S102)。次いで、電圧検出器 12 においてリレー 1、リレー 2 のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー電圧  $V_n$  ( $n$  は 1～ $n$  で 0 を含まない。以下同様) が、また電流センサ 16 においてリレー 1、リレー 2 のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー充放電電流  $i_n$  が測定される (S104)。そして、バッテリー電圧  $V_n$  と実測のバッテリー電流  $i_n$  に基づき、バッテリー内部抵抗  $R_n$  を求める (S106)。次いで、実測のバッテリー電圧  $V_n$  と、前回推定の充電状態 (SOC) に基づき求められたバッテリーの開放電圧  $V_{ocvn-1}$  と、演算により求められたバッテリー内部抵抗  $R_n$  と、を用いて推定充放電電流  $I_n$  を求める (S108)。但し、この S108 において、推定充放電電流  $I_n$  の演算の初回時には、上記バッテリーの開放電圧  $V_{ocvn-1}$  としてバッテリーの実測電圧  $V_0$  を用いる。次いで、推定充放電電流  $I_n$  を積算して  $SOC_n$  を推定する (S110)。

更に、電池 ECU 14 内に設けられたバッテリー全容量算出装置において、 $SOC_n$  と実測電流  $i_n$  (単位: mA) の積算値とを用いて、以下に示す式 (5) に基

づき、バッテリーの全容量  $Ah_n$  (単位  $A/h$ ) を求める (S 3 2 0)。なお、一例として以下の式 (5) においては、1 秒間における実測電流  $i_n$  の積算値を用いている。

$$SOC_n = (\text{実測電流 } i_n \text{ の積算} / \text{バッテリー全容量 } Ah_n) \times (100 / 3600) \quad \dots (5)$$

更に、上記の式により、バッテリーの全容量  $Ah_n$  を求め、次の式 (6) を用いて、バッテリー容量測定後の実測電流  $i_{n+1}$  の積算の積算値を基に  $SOC_{n+1}$  を求める (S 3 2 2)。

$$SOC_{n+1} = (\text{実測電流 } i_{n+1} \text{ の積算} / \text{バッテリー全容量 } Ah_n) \times (100 / 3600) \quad \dots (6)$$

求められた  $SOC_{n+1}$  を  $SOC_n$  に置き換え (S 3 2 4)、予め記憶されている  $SOC$  と開放電圧  $V_{ocv}$  との相関関係のマップを用いて、求められた  $SOC_n$  に基づき  $V_{ocv_{n-1}}$  を求め (S 1 1 2)、この  $V_{ocv_{n-1}}$  を基に次の  $SOC$  を推定する。

一般に、バッテリーの実測電圧値を用いて演算して得られたバッテリーの推定充放電電流に基づいて  $SOC$  を推定する場合には、バッテリーの劣化に伴う容量の変化があったとしても、 $SOC$  と開放電圧との関係に変化がないため、正しい  $SOC$  の推定を行うことができるが、開放電圧を求める際に分極電圧及びその微少変動を考慮しない場合には、開放電圧に基づくバッテリーの推定充放電電流値の精度がやや低下してしまい、より精度の高い推定は難しい場合があった。一方、従来のようなバッテリーの実測電流値に基づき  $SOC$  を推定する場合には、初期  $SOC$  が正しく、電流センサ 16 の精度が高く、かつバッテリーの全容量が常時一定であるという条件下で初めてより精度の高い推定が可能となる。したがって、上記実施の形態のように、バッテリーの全容量に基づいて  $SOC$  を推定することによって、より精度の高い  $SOC$  の推定を行うことができる。

実施の形態 6.

<バッテリーの残留エネルギー量算出機能を有する第 6 の装置例>

[バッテリー充電状態推定装置の構成]

本実施の形態のバッテリー充電状態推定装置は、上記実施の形態 1 ～ 5 の構成に

加え、更に、バッテリーの残留エネルギー量を算出する機能を有するものである。

[バッテリーの残留エネルギー量の算出]

本実施の形態では、図1のバッテリー10の内部の個別セルの各々の残容量を検出する残容量検出器が設けられており、この残容量検出器からの出力は、電池ECU14に設けられたバッテリーの残留エネルギー量算出装置に送られる。なお、上記残容量検出器は、バッテリー10の内部に設けられていても、またバッテリー10の外部に設けられていてもよい。

図9に示すように、IGがONされると、上記残容量検出器がバッテリー10の内部の各個別セルの残容量を検出する(S330)。次いで、電池ECU14内の残量エネルギー量算出装置は、残容量検出器より出力された各個別セルの残容量から最低残容量を検出し(S332)、更に、最低残容量に個別セルの数を乗じて、バッテリーの最小残量エネルギー量を算出する(S334)。

これにより、バッテリー10内の各セルが個別に劣化し各々の容量が変化したとしても、バッテリー10から取り出せる最小の残量エネルギー量を把握することができる。

実施の形態7.

<電流検出手段を有する第7の装置例>

[バッテリー充電状態推定装置の構成]

本実施の形態のバッテリー充電状態推定装置は、上記実施の形態1～5と同一の構成を有するため、実施の形態1～5と同一の構成には同一の符号を付し、その説明を省略する。

[バッテリー充電状態の推定]

本実施の形態では、図1の電池ECU14において、以下に示すように分極電圧を考慮した推定充放電電流を行う。

図10に示すように、IGがONされると、電圧検出器12において、リレー1、リレー2がオンする前に初回バッテリー電圧 $V_0$ が測定される(S100)。次に、この初回バッテリー電圧 $V_0$ を開放電圧 $V_{ocv1}$ とする(S102)。次いで、電圧検出器12においてリレー1、リレー2のオン後の負荷状態下での現状のバ

ッテリ電圧 $V_n$  ( $n$ は1～ $n$ で0を含まない。以下同様)が、また電流センサ16においてリレー1, リレー2のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー充放電電流 $i_n$ が、またバッテリー10内の電流密度とバッテリーのセル内の電解質又は活物質の導電率に基づいて分極電圧 $V_{av,n}$ が測定される(S344)。そして、バッテリー電圧 $V_n$ と実測のバッテリー電流 $i_n$ に基づき、バッテリー内部抵抗 $R_n$ を求める(S106)。次いで、実測のバッテリー電圧 $V_n$ と、前回推定の充電状態(SOC)に基づき求められたバッテリーの開放電圧 $V_{ocv,n-1}$ と、演算により求められたバッテリー内部抵抗 $R_n$ と分極電圧 $V_{av,n}$ と、を用いて推定充放電電流 $I_n$ を求める(S348)。但し、このS348において、推定充放電電流 $I_n$ の演算の初回時には、上記バッテリーの開放電圧 $V_{ocv,n-1}$ としてバッテリーの実測電圧 $V_o$ を用いる。次いで、推定充放電電流 $I_n$ を積算してSOC $_n$ を推定する(S110)。そして、矢印40を経て、予め記憶されているSOCと開放電圧 $V_{ocv}$ との相関関係のマップを用いて、求められたSOC $_n$ に基づき $V_{ocv,n-1}$ を求め(S112)、この $V_{ocv,n-1}$ を基に次回のSOCを推定する。

なお、上記実施の形態では、図1に示す電流センサ16により測定された実測電流 $i_n$ を用いているが、これに限るものでなく、図5に示す電流センサ16を用いず、電圧検出器12と温度計6を用いて実測の電圧とバッテリー温度とを用いて、図6に示すように、電圧検出器12において現状のバッテリー電圧 $V_n$ 、また温度計26において現状のバッテリー温度 $T_n$ が測定し(S304)、予め記憶されているバッテリー温度 $T$ とバッテリーの内部抵抗 $R$ との相関関係のマップを用いて、測定されたバッテリー温度 $T_n$ からバッテリー内部抵抗 $R_n$ を推定し(S306)、その後、図10に示すように、実測のバッテリー電圧 $V_n$ と、前回推定の充電状態(SOC)に基づき求められたバッテリーの開放電圧 $V_{ocv,n-1}$ と、演算により求められたバッテリー内部抵抗 $R_n$ と分極電圧 $V_{av,n}$ と、を用いて推定充放電電流 $I_n$ を求め(S348)、次いで、推定充放電電流 $I_n$ を積算してSOC $_n$ を推定してもよい(S110)。そして、上述同様、矢印40を経て、予め記憶されているSOCと開放電圧 $V_{ocv}$ との相関関係のマップを用いて、求められたSOC $_n$ に基づき $V_{ocv,n-1}$ を求め(S112)、この $V_{ocv,n-1}$ を基に次回のSOCを推定してもよい。



上述のようにバッテリーの分極電圧を考慮することにより、より精度の高いSOCの推定を行うことができる。特に、リチウム電池の場合には、充放電時の分極の影響がSOCの推定に影響を及ぼすおそれがあり、特にリチウム電池の場合には、上述の構成により $\pm 5\% \sim \pm 10\%$ 程度精度が向上する。

更に、上記S110で推定されたSOC<sub>n</sub>を用いて、上記実施の形態5において説明したように、更に、電池ECU14内に設けられたバッテリー全容量算出装置において、SOC<sub>n</sub>と実測電流 $i_n$ の積算値とを用いて、上記式(5)に基づき、バッテリーの全容量Ah<sub>n</sub>を求め(S320)、更に、上記式(6)を用いて、バッテリー全容量測定後の実測電流 $i_{n+1}$ の積算の積算値を基にSOC<sub>n+1</sub>を求め(S322)、求められたSOC<sub>n+1</sub>をSOC<sub>n</sub>に置き換え(S324)、矢印50を経て、予め記憶されているSOCと開放電圧V<sub>ocv</sub>との相関関係のマップを用いて、求められたSOC<sub>n</sub>に基づきV<sub>ocv<sub>n-1</sub></sub>を求め(S112)、このV<sub>ocv<sub>n-1</sub></sub>を基に次回のSOCを推定してもよい。

実施の形態8.

<電流検出手段を有する第8の装置例>

[バッテリー充電状態推定装置の構成]

本実施の形態のバッテリー充電状態推定装置は、上記実施の形態1～7と同一の構成を有するため、実施の形態1～7と同一の構成には同一の符号を付し、その説明を省略する。

[バッテリー充電状態の推定]

本実施の形態では、図1の電池ECU14において、以下に示すように分極電圧を考慮した推定充放電電流を行うと共に、図1に示す電池ECU14内に、電流センサ16により検出された実測の充放電電流 $i_n$ と後述する推定充放電電流I<sub>n</sub>とを比較し、両充放電電流 $i_n$ 、I<sub>n</sub>の差の絶対値が所定差より大きい場合には、電流センサ16が異常であると判定し、一方差が所定差以下の場合には電流センサ16が正常であると判定する他の電流センサ異常判定装置が設けられていてもよい。かかる態様では、図11に示すようなSOC推定手段を切替える。

図11に示すように、IGがONされると、電圧検出器12において、リレー

1、リレー 2 がオンする前に初回バッテリー電圧  $V_0$  が測定される (S 1 0 0)。次に、この初回バッテリー電圧  $V_0$  を開放電圧  $V_{ocv1}$  とする (S 1 0 2)。次いで、電圧検出器 1 2 においてリレー 1、リレー 2 のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー電圧  $V_n$  ( $n$  は 1 ~  $n$  で 0 を含まない。以下同様) が、また電流センサ 1 6 においてリレー 1、リレー 2 のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー充放電電流  $i_n$  が、またバッテリー 1 0 内の電流密度とバッテリーのセル内の電解質又は活物質の導電率に基づいて分極電圧  $V_{d,n}$  が測定される (S 3 4 4)。そして、バッテリー電圧  $V_n$  と実測のバッテリー電流  $i_n$  に基づき、バッテリー内部抵抗  $R_n$  を求める (S 3 4 6)。次いで、実測のバッテリー電圧  $V_n$  と、前回推定の充電状態 (SOC) に基づき求められたバッテリーの開放電圧  $V_{ocv_{n-1}}$  と、演算により求められたバッテリー内部抵抗  $R_n$  と分極電圧  $V_{d,n}$  と、を用いて推定充放電電流  $I_n$  を求める (S 3 4 8)。但し、この S 3 4 8 において、推定充放電電流  $I_n$  の演算の初回時には、上記バッテリーの開放電圧  $V_{ocv_{n-1}}$  としてバッテリーの実測電圧  $V_0$  を用いる。

次いで、実測のバッテリー充放電電流  $i_n$  と推定充放電電流値  $I_n$  とを比較し、両電流値の差の絶対値が所定差より大きい場合には電流センサ 1 6 が異常であると判定されると (S 3 0 5)、推定充放電電流値  $I_n$  を積算して SOC<sub>n</sub> を推定する (S 3 5 4)。一方、両電流値の差の絶対値が所定差以下の場合には、電流センサ 1 6 は正常であると判定して (S 3 0 5)、実測のバッテリー充放電電流  $i_n$  を積算して SOC<sub>n</sub> を推定する (S 3 5 2)。そして、予め記憶されている SOC と開放電圧  $V_{ocv}$  との相関関係のマップを用いて、求められた SOC<sub>n</sub> に基づき  $V_{ocv_{n-1}}$  を求め (S 1 1 2)、この  $V_{ocv_{n-1}}$  を基に次回の SOC を推定する。

なお、上記実施の形態では、図 1 に示す電流センサ 1 6 により測定された実測電流  $i_n$  を用いているが、これに限るものでなく、図 5 に示す電流センサ 1 6 を用いず、電圧検出器 1 2 と温度計 6 を用いて実測の電圧とバッテリー温度とを用いて、図 6 に示すように、電圧検出器 1 2 において現状のバッテリー電圧  $V_n$ 、また温度計 2 6 において現状のバッテリー温度  $T_n$  が測定し (S 3 0 4)、予め記憶されているバッテリー温度  $T$  とバッテリーの内部抵抗  $R$  との相関関係のマップを用いて、測定されたバッテリー温度  $T_n$  からバッテリー内部抵抗  $R_n$  を推定し (S 3 0 6)、そ

の後、図 11 に示すように、実測のバッテリー電圧  $V_n$  と、前回推定の充電状態 (SOC) に基づき求められたバッテリーの開放電圧  $V_{ocv_{n-1}}$  と、演算により求められたバッテリー内部抵抗  $R_n$  と分極電圧  $V_{dy_n}$  と、を用いて推定充放電電流  $I_n$  を求め (S 348)、次いで、実測のバッテリー充放電電流  $i_n$  と推定充放電電流値  $I_n$  とを比較し、両電流値の差の絶対値が所定差より大きい場合には電流センサ 16 が異常であると判定されると (S 305)、推定充放電電流値  $I_n$  を積算して SOC<sub>n</sub> を推定する (S 354)。一方、両電流値の差の絶対値が所定差以下の場合には、電流センサ 16 は正常であると判定して (S 305)、実測のバッテリー充放電電流  $i_n$  を積算して SOC<sub>n</sub> を推定してもよい (S 352)。そして、予め記憶されている SOC と開放電圧  $V_{ocv}$  との相関関係のマップを用いて、求められた SOC<sub>n</sub> に基づき  $V_{ocv_{n-1}}$  を求め (S 112)、この  $V_{ocv_{n-1}}$  を基に次の SOC を推定してもよい。

上記構成により、電流センサ 16 の精度判定を行うことができ、更により正確な充放電電流値を用いて精度のより高い SOC の推定を行うことができる。

実施の形態 9.

<電流検出手段を有する第 9 の装置例>

[バッテリー充電状態推定装置の構成]

本実施の形態のバッテリー充電状態推定装置は、上記実施の形態 1～8 と同一の構成を有するため、実施の形態 1～8 と同一の構成には同一の符号を付し、その説明を省略する。

[バッテリー充電状態の推定]

本実施の形態では、図 1 の電池 ECU 14 において、以下に示すように分極電圧を考慮した推定充放電電流を行うと共に、図 1 に示す電池 ECU 14 内に、図 12 に示すような、バッテリーの環境温度に応じて SOC 推定手段を切り換える切り換え装置が設けられている。なお、バッテリーの環境温度は、図 1 のバッテリー 10 の外壁近傍又は外気温であってもよい。

図 12 に示すように、IG が ON されると、電圧検出器 12 において、リレー 1、リレー 2 がオンする前に初回バッテリー電圧  $V_0$  が測定される (S 100)。

次に、この初回バッテリー電圧 $V_0$ を開放電圧 $V_{ocv1}$ とする（S102）。次いで、電圧検出器12においてリレー1、リレー2のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー電圧 $V_n$ （ $n$ は1～ $n$ で0を含まない。以下同様）が、また電流センサ16においてリレー1、リレー2のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー充放電電流 $i_n$ が、またバッテリー10内の電流密度とバッテリーのセル内の電解質又は活物質の導電率に基づいて分極電圧 $V_{dyn}$ が、また他の温度計（図示せず）を用いてバッテリーの環境温度がそれぞれ測定される（S364）。

次いで、バッテリーの環境温度が極低温域（例えば、 $-30^{\circ}\text{C}$ ～ $-20^{\circ}\text{C}$ ）か否か判定し（S366）、バッテリーの環境温度が極低温の場合には、実測充放電電流 $i_n$ を積算してSOC $_n$ を推定する（S352）。一方、バッテリーの環境温度が極低温域でない場合には、バッテリー電圧 $V_n$ と実測のバッテリー電流 $i_n$ に基づき、バッテリー内部抵抗 $R_n$ を求める（S346）。更に、実測のバッテリー電圧 $V_n$ と、前回推定の充電状態（SOC）に基づき求められたバッテリーの開放電圧 $V_{ocvn-1}$ と、演算により求められたバッテリー内部抵抗 $R_n$ と分極電圧 $V_{dyn}$ と、を用いて推定充放電電流 $I_n$ を求める（S348）。但し、このS348において、推定充放電電流 $I_n$ の演算の初回時には、上記バッテリーの開放電圧 $V_{ocvn-1}$ としてバッテリーの実測電圧 $V_0$ を用いる。次に、推定充放電電流値 $I_n$ を積算してSOC $_n$ を推定する（S354）。そして、予め記憶されているSOCと開放電圧 $V_{ocv}$ との相関関係のマップを用いて、バッテリーの環境温度に応じて求められたSOC $_n$ に基づき $V_{ocvn-1}$ を求め（S112）、この $V_{ocvn-1}$ を基に次のSOCを推定する。

なお、上記実施の形態では、図1に示す電流センサ16により測定された実測電流 $i_n$ を用いているが、これに限るものでなく、図5に示す電流センサ16を用いず、電圧検出器12と温度計6を用いて実測の電圧とバッテリー温度とを用いて、図6に示すように、電圧検出器12において現状のバッテリー電圧 $V_n$ 、また温度計26において現状のバッテリー温度 $T_n$ が測定し（S304）、予め記憶されているバッテリー温度 $T$ とバッテリーの内部抵抗 $R$ との相関関係のマップを用いて、測定されたバッテリー温度 $T_n$ からバッテリー内部抵抗 $R_n$ を推定し（S306）、バッテリーの環境温度が極低温域でない場合には、図12に示すように、実測のバッ

テリ電圧  $V_n$  と、前回推定の充電状態 (SOC) に基づき求められたバッテリーの開放電圧  $V_{ocv_{n-1}}$  と、演算により求められたバッテリー内部抵抗  $R_n$  と分極電圧  $V_{y_n}$  と、を用いて推定充放電電流  $I_n$  を求め (S 3 4 8)、推定充放電電流値  $I_n$  を積算して SOC<sub>n</sub> を推定する (S 3 5 4)。そして、予め記憶されている SOC と開放電圧  $V_{ocv}$  との相関関係のマップを用いて、求められた SOC<sub>n</sub> に基づき  $V_{ocv_{n-1}}$  を求め (S 1 1 2)、この  $V_{ocv_{n-1}}$  を基に次回の SOC を推定してもよい。

バッテリーの環境温度の温度領域に応じて、電流センサ 1 6 の検出精度が高い場合と、推定充放電電流値の精度が高い場合とがあり、より精度の高い SOC の推定を行うことができる。例えば、極低温域 (例えば  $-30^{\circ}\text{C} \sim -20^{\circ}\text{C}$ ) の付近では、バッテリーの内部抵抗、分極電圧が大きくなるため、S 3 4 8 における推定充放電電流値の精度が悪くなる可能性がある。かかる場合、極低温領域では電流センサ 1 6 からの実測充放電電流  $i_n$  を積算して SOC を推定する方が SOC の精度は高くなる。

実施の形態 1 0 .

<電流検出手段を有する第 1 0 の装置例>

[バッテリー充電状態推定装置の構成]

本実施の形態のバッテリー充電状態推定装置は、上記実施の形態 1 ~ 9 と同一の構成を有するため、実施の形態 1 ~ 9 と同一の構成には同一の符号を付し、その説明を省略する。

[バッテリー充電状態の推定]

本実施の形態では、図 1 の電池 ECU 1 4 において、以下に示すように分極電圧を考慮した推定充放電電流を行うと共に、図 1 に示す電池 ECU 1 4 内に、後述する推定充放電電流  $I_n$  の絶対値が所定値を超えているか否かを判定し、推定充放電電流  $I_n$  の絶対値が所定値を超えている場合には、バッテリーの充放電を禁止する充放電禁止装置が設けられていてもよい。

図 1 3 に示すように、IG が ON されると、電圧検出器 1 2 において、リレー 1、リレー 2 がオンする前に初回バッテリー電圧  $V_0$  が測定される (S 1 0 0)。次に、この初回バッテリー電圧  $V_0$  を開放電圧  $V_{ocv_1}$  とする (S 1 0 2)。次いで、

電圧検出器 12 においてリレー 1、リレー 2 のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー電圧  $V_n$  ( $n$  は 1 ~  $n$  で 0 を含まない。以下同様) が、また電流センサ 16 においてリレー 1、リレー 2 のオン後の負荷状態下での現状のバッテリー充放電電流  $i_n$  が、またバッテリー 10 内の電流密度とバッテリーのセル内の電解質又は活物質の導電率に基づいて分極電圧  $V_{dyn}$  が測定される (S 344)。そして、バッテリー電圧  $V_n$  と実測のバッテリー電流  $i_n$  に基づき、バッテリー内部抵抗  $R_n$  を求める (S 346)。次いで、実測のバッテリー電圧  $V_n$  と、前回推定の充電状態 (SOC) に基づき求められたバッテリーの開放電圧  $V_{ocv_{n-1}}$  と、演算により求められたバッテリー内部抵抗  $R_n$  と分極電圧  $V_{dyn}$  と、を用いて推定充放電電流  $I_n$  を求める (S 348)。但し、この S 348 において、推定充放電電流  $I_n$  の演算の初回時には、上記バッテリーの開放電圧  $V_{ocv_{n-1}}$  としてバッテリーの実測電圧  $V_0$  を用いる。

次いで、推定充放電電流値  $I_n$  の絶対値が所定値より大きいかが判定される (S 370)、推定充放電電流値  $I_n$  の絶対値が所定値より大きい場合には、異常電流であるため、バッテリーの充放電を禁止する (S 372)。一方、推定充放電電流値  $I_n$  の絶対値が所定値以下の場合には、推定充放電電流値  $I_n$  を積算して SOC<sub>n</sub> を推定する (S 354)。そして、予め記憶されている SOC と開放電圧  $V_{ocv}$  との相関関係のマップを用いて、求められた SOC<sub>n</sub> に基づき  $V_{ocv_{n-1}}$  を求め (S 112)、この  $V_{ocv_{n-1}}$  を基に次回の SOC を推定する。

なお、上記実施の形態では、図 1 に示す電流センサ 16 により測定された実測電流  $i_n$  を用いているが、これに限るものでなく、図 5 に示す電流センサ 16 を用いず、電圧検出器 12 と温度計 6 を用いて実測の電圧とバッテリー温度とを用いて、図 6 に示すように、電圧検出器 12 において現状のバッテリー電圧  $V_n$ 、また温度計 26 において現状のバッテリー温度  $T_n$  が測定し (S 304)、予め記憶されているバッテリー温度  $T$  とバッテリーの内部抵抗  $R$  との相関関係のマップを用いて、測定されたバッテリー温度  $T_n$  からバッテリー内部抵抗  $R_n$  を推定し (S 306)、その後、図 13 に示すように、実測のバッテリー電圧  $V_n$  と、前回推定の充電状態 (SOC) に基づき求められたバッテリーの開放電圧  $V_{ocv_{n-1}}$  と、演算により求められたバッテリー内部抵抗  $R_n$  と分極電圧  $V_{dyn}$  と、を用いて推定充放電電流  $I_n$  を

求め（S 3 4 8）、次いで、推定充放電電流値  $I_n$  の絶対値が所定値（例えば、絶対値で 1 2 0 A）より大きいかな否かを判定し（S 3 7 0）、上述同様、大きい場合にはバッテリーの充放電を禁止し（S 3 7 2）、一方、推定充放電電流値  $I_n$  の絶対値が所定値以下の場合には、推定充放電電流値  $I_n$  を積算して SOC<sub>n</sub> を推定し（S 3 5 4）、予め記憶されている SOC と開放電圧  $V_{ocv}$  との相関関係のマップを用いて、求められた SOC<sub>n</sub> に基づき  $V_{ocv_{n-1}}$  を求め（S 1 1 2）、この  $V_{ocv_{n-1}}$  を基に次の SOC を推定してもよい。

一般に電流センサの設計上、常使用域（例えば、- 1 2 0 A ~ 1 2 0 A）を超えると正確な電流値を測定することができない。一方、分極電圧を考慮した上述の推定充放電電流  $I_n$  の方が、上記電流センサ 1 6 による実測充放電電流  $i_n$  より広範囲な領域で測定可能である。したがって、より広範囲で精度の高い推定充放電電流  $I_n$  が、予め異常電流値として設けられた所定値を超えることを、バッテリーの充放電禁止条件とすることは有効である。

また、上記実施の形態 1 ~ 1 0 のいずれの場合も、所定の時間ごとに SOC を推定することが好ましい。これにより、より直近のバッテリーの充放電状態を把握することができる。

以上説明したように、本発明によれば、SOC 推定精度がよく検出できる。

なお、本発明について詳細に説明したが、本発明の範囲は、上述の記載のものに限定されるものではない。

#### 産業上の利用可能性

本発明のバッテリー充電状態推定装置は、例えば、車載バッテリーの充電状態を推定する用途に用いられる。

## 請求の範囲

1. バッテリーの電圧を検出する電圧検出手段と、

    バッテリーの内部抵抗を推定する内部抵抗推定手段と、

    前記内部抵抗推定手段により求められたバッテリーの内部抵抗と前記バッテリーの電圧とバッテリーの開放電圧とに基づいて、バッテリーの推定充放電電流を演算する推定充放電電流演算手段と、

    前記推定充放電電流演算手段により求められた推定充放電電流に基づき、バッテリーの充電状態（以下SOCという）を推定するSOC推定手段と、

    前記充放電電流の演算初回時にはバッテリーの実測電圧を前記バッテリーの開放電圧とし、前記演算初回以降は前回推定のSOCに基づき前記バッテリーの開放電圧を演算する開放電圧演算手段と、

    を有することを特徴とするバッテリー充電状態推定装置。

2. バッテリーの電圧を検出する電圧検出手段と、

    バッテリーの状態からバッテリーの内部抵抗を推定する内部抵抗推定手段と、

    前記内部抵抗推定手段により求められたバッテリーの内部抵抗と前記バッテリーの電圧とバッテリーの開放電圧とに基づいて、バッテリーの推定充放電電流を演算する推定充放電電流演算手段と、

    前記推定充放電電流演算手段により求められた推定充放電電流に基づき、バッテリーの充電状態を推定する第1SOC推定手段と、

    前記充放電電流の演算初回時にはバッテリーの実測電圧を前記バッテリーの開放電圧とし、前記演算初回以降は前回推定のSOCに基づき前記バッテリーの開放電圧を演算する開放電圧演算手段と、

    を有することを特徴とするバッテリー充電状態推定装置。



3. 請求の範囲 2 に記載のバッテリー充電状態推定装置において、  
更に、バッテリーの温度を検出する温度検出手段を有し、  
前記内部抵抗推定手段は、バッテリーの温度から内部抵抗を推定することを特徴とするバッテリー充電状態推定装置。
4. 請求の範囲 2 又は請求の範囲 3 に記載のバッテリー充電状態推定装置において、  
更に、バッテリーの充放電電流を検出する電流検出手段と、  
前記電流検出手段により検出されたバッテリーの実測充放電電流と前記電圧検出手段により検出されたバッテリーの電圧とに基づき、バッテリーの内部抵抗を演算する内部抵抗演算手段と、  
前記内部抵抗推定手段により推定される推定内部抵抗を、間欠的に前記内部抵抗演算手段により求められた内部抵抗に基づき補正する内部抵抗補正手段と、  
を有することを特徴とするバッテリー充電状態推定装置。
5. 請求の範囲 3 又は請求の範囲 4 に記載のバッテリー充電状態推定装置において、  
前記内部抵抗補正手段は、前記内部抵抗演算手段により求められた内部抵抗と実測バッテリー温度とから、推定内部抵抗とバッテリーの温度との関係を補正することを特徴とするバッテリー充電状態推定装置。

6. バッテリーの充放電電流を検出する電流検出手段と、

    バッテリーの電圧を検出する電圧検出手段と、

    前記電流検出手段により検出されたバッテリーの実測充放電電流と前記電圧検出手段により検出されたバッテリーの電圧とに基づき、バッテリーの内部抵抗を演算する内部抵抗演算手段と、

    前記内部抵抗演算手段により求められたバッテリーの内部抵抗と、前記バッテリーの電圧とバッテリーの開放電圧とに基づいて、バッテリーの推定充放電電流を演算する推定充放電電流演算手段と、

    前記推定充放電電流演算手段により求められた推定充放電電流に基づき、バッテリーの充電状態を推定する第2 SOC推定手段と、

    前記充放電電流の演算初回時にはバッテリーの実測電圧を前記バッテリーの開放電圧とし、前記演算初回以降は前回推定のSOCに基づき前記バッテリーの開放電圧を演算する開放電圧演算手段と、

    を有することを特徴とするバッテリー充電状態推定装置。

7. バッテリーの充放電電流を検出する電流検出手段と、

    バッテリーの電圧を検出する電圧検出手段と、

    バッテリーの状態からバッテリーの内部抵抗を推定する内部抵抗推定手段と、

    前記内部抵抗推定手段により求められたバッテリーの内部抵抗と前記バッテリーの電圧とバッテリーの開放電圧とに基づいて、バッテリーの推定充放電電流を演算する第1の推定充放電電流演算手段と、

    前記第1の推定充放電電流演算手段により求められた推定充放電電流に基づき、バッテリーの充放電状態を推定する第1SOC推定手段と、

    前記電流検出手段により検出されたバッテリーの実測充放電電流と前記電圧検出手段により検出されたバッテリーの電圧とに基づき、バッテリーの内部抵抗を演算する内部抵抗演算手段と、

    前記内部抵抗演算手段により求められたバッテリーの内部抵抗と前記バッテリーの電圧とバッテリーの開放電圧とに基づいて、バッテリーの推定充放電電流を演算する第2の推定充放電電流演算手段と、

    前記第2の推定充放電電流演算手段により求められた推定充放電電流に基づき、バッテリーの充電状態を推定する第2SOC推定手段と、

    前記バッテリーの状態に基づいて前記第1SOC推定手段からのSOCと前記第2SOC推定手段からのSOCとを切り換える切換手段と、

    前記充放電電流の演算初回時にはバッテリーの実測電圧を前記バッテリーの開放電圧とし、前記演算初回以降は前回推定のSOCに基づき前記バッテリーの開放電圧を演算する開放電圧演算手段と、

    を有することを特徴とするバッテリー充電状態推定装置。

8. 請求の範囲7に記載のバッテリー充電状態推定装置において、

更に、前記電流検出手段により検出された実測充放電電流値と前記推定充放電電流演算手段により演算された推定充放電電流値とを比較し、両充放電電流値の差が所定差より大きい場合には前記電流検出手段が異常であると判定し、前記差が所定差以下の場合には前記電流検出手段は正常であると判定する異常検出手段を有し、

前記切換手段は、前記異常検出手段において前記電流検出手段が異常であると判定された場合には第1SOC推定手段からのSOCに切り換え、前記異常検出手段において前記電流検出手段が正常であると判定された場合には第2SOC推定手段からのSOCに切り換えることを特徴とするバッテリー充電状態推定装置。

9. 請求の範囲3または請求の範囲5に記載のバッテリー充電状態推定装置において、

前記温度検出手段は、バッテリーの内部あるいはバッテリー表面又は表面近傍に設置されていることを特徴とするバッテリー充電状態推定装置。

10. 請求の範囲1から請求の範囲9のいずれか1項に記載のバッテリー充電状態推定装置において、

前記第1SOC推定手段、第2SOC推定手段又はSOC推定手段の少なくとも一つの手段は、所定時間毎にSOCを推定することを特徴とするバッテリー充電状態推定装置。

11. 請求の範囲1から請求の範囲3のいずれか1項に記載のバッテリー充電状態推定装置において、

更に、バッテリーの充放電電流を検出する電流検出手段と、

前記SOC推定手段又は第1SOC推定手段により推定されたSOCと、前記SOC推定中の前記電流検出手段により検出されるバッテリーの充放電電流の積算値とに基づき、バッテリーの全容量を求める第1のバッテリー全容量算出手段と、

前記第1のバッテリー全容量算出手段により得られたバッテリー全容量と、前記電流検出手段により検出されたバッテリーの実測充放電とに基づきバッテリーの充電状態を推定する第3SOC推定手段と、

を有することを特徴とするバッテリー充放電状態推定装置。

12. 請求の範囲4から請求の範囲8のいずれか1項に記載のバッテリー充放電状態推定装置において、

更に、前記第1SOC推定手段又は第2SOC推定手段により推定されたSOCと、前記SOC推定中の前記電流検出手段により検出されたバッテリーの充放電電流の積算値とに基づき、バッテリーの全容量を求める第2のバッテリー全容量算出手段と、

前記第2のバッテリー全容量算出手段により得られたバッテリー全容量と、前記電流検出手段により検出されたバッテリーの実測充放電電流とに基づきバッテリーの充電状態を推定する第4SOC推定手段と、

を有することを特徴とするバッテリーの充放電状態推定装置。

13. 請求の範囲11又は請求の範囲12に記載のバッテリー充放電状態推定装置において、

前記バッテリー内部の個別セルの各々の残容量を検出する残容量検出手段と、

前記残容量検出手段の各々から得られた前記個別セルの残容量から最低残容量を検出し、前記最低残容量に基づいてバッテリーの残留エネルギー量を算出する残留エネルギー量算出手段と、

を有するバッテリーの充放電状態推定装置。

14. 請求の範囲1から請求の範囲13のいずれか1項に記載のバッテリー充放電状態推定装置において、

前記推定充放電電流演算手段又は第1の充放電電流演算手段又は第2の充放電電流演算手段は、前記バッテリーの内部抵抗とバッテリーの電圧とバッテリーの開放電圧と更に分極電圧とに基づき、バッテリーの推定充放電電流を算出することを特徴とするバッテリー充放電状態推定装置。

15. 請求の範囲14に記載のバッテリー充放電状態推定装置において、

前記バッテリーの充放電電流を検出する電流検出手段により検出された実測充放電電流値と、前記推定充放電電流演算手段又は第1、第2の充放電電流手段のいずれかより求められた推定充放電電流値とを比較し、両電流値の差が所定差より大きい場合には前記電流検出手段が異常であると判定し、前記差が所定値以下の場合には前記電流検出手段は正常であると判定する電流検出用異常検出手段を有し、

前記電流検出用異常検出手段において前記電流検出手段が異常であると判定された場合には前記推定充放電電流値に基づいてSOCを推定し、前記電流検出用異常検出手段において前記電流検出手段が正常であると判定された場合には前記実測充放電電流値を用いてSOCを推定することを特徴とするバッテリー充放電状態推定装置。

16. 請求の範囲14に記載のバッテリー充放電状態推定装置において、

バッテリーの環境温度に応じて、前記バッテリーの充放電電流を検出する電流検出手段により検出された実測充放電電流値と、前記推定充放電電流演算手段又は第1、第2の充放電電流手段のいずれかより求められた推定充放電電流値とのいずれか一方を選択し、選択された充放電電流値に基づいてSOCを推定することを特徴とするバッテリー充放電状態推定装置。

17. 請求の範囲14に記載のバッテリー充放電状態推定装置において、

前記分極電圧を考慮した前記バッテリーの充放電電流が所定値を超えた場合にはバッテリーの充放電を禁止する充放電禁止手段を有することを特徴とするバッテリー充放電状態推定装置。

18. 請求の範囲11から請求の範囲17のいずれか1項に記載のバッテリー充放電状態推定装置において、

前記温度検出手段は、バッテリーの内部あるいはバッテリー表面又は表面近傍に設置されていることを特徴とするバッテリー充電状態推定装置。

19. 請求の範囲11から請求の範囲18のいずれか1項に記載のバッテリー充電状態推定装置において、

前記第1SOC推定手段、第2SOC推定手段又はSOC推定手段の少なくとも一つの手段は、所定時間毎にSOCを推定することを特徴とするバッテリー充電状態推定装置。

图 1

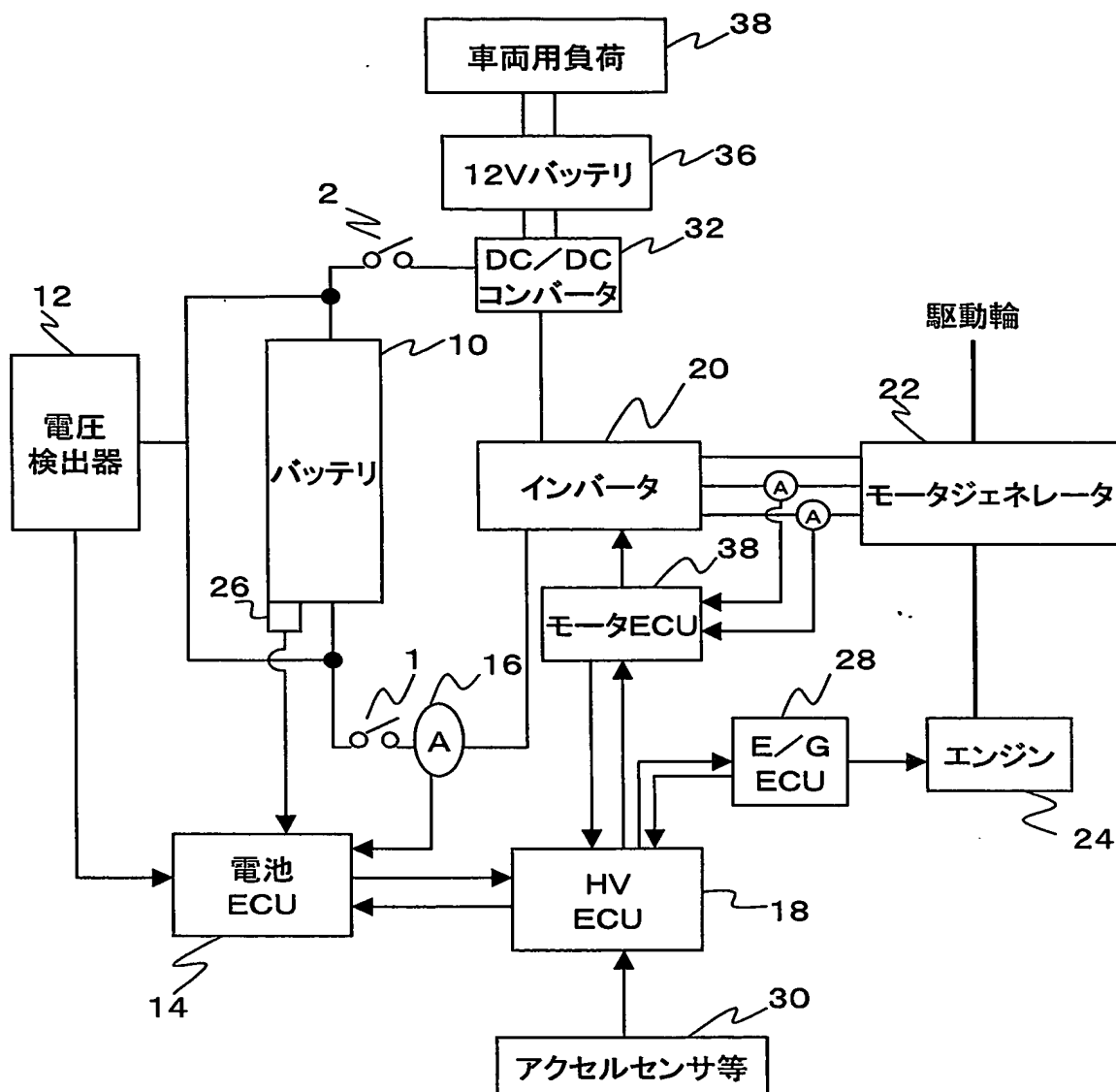




図2

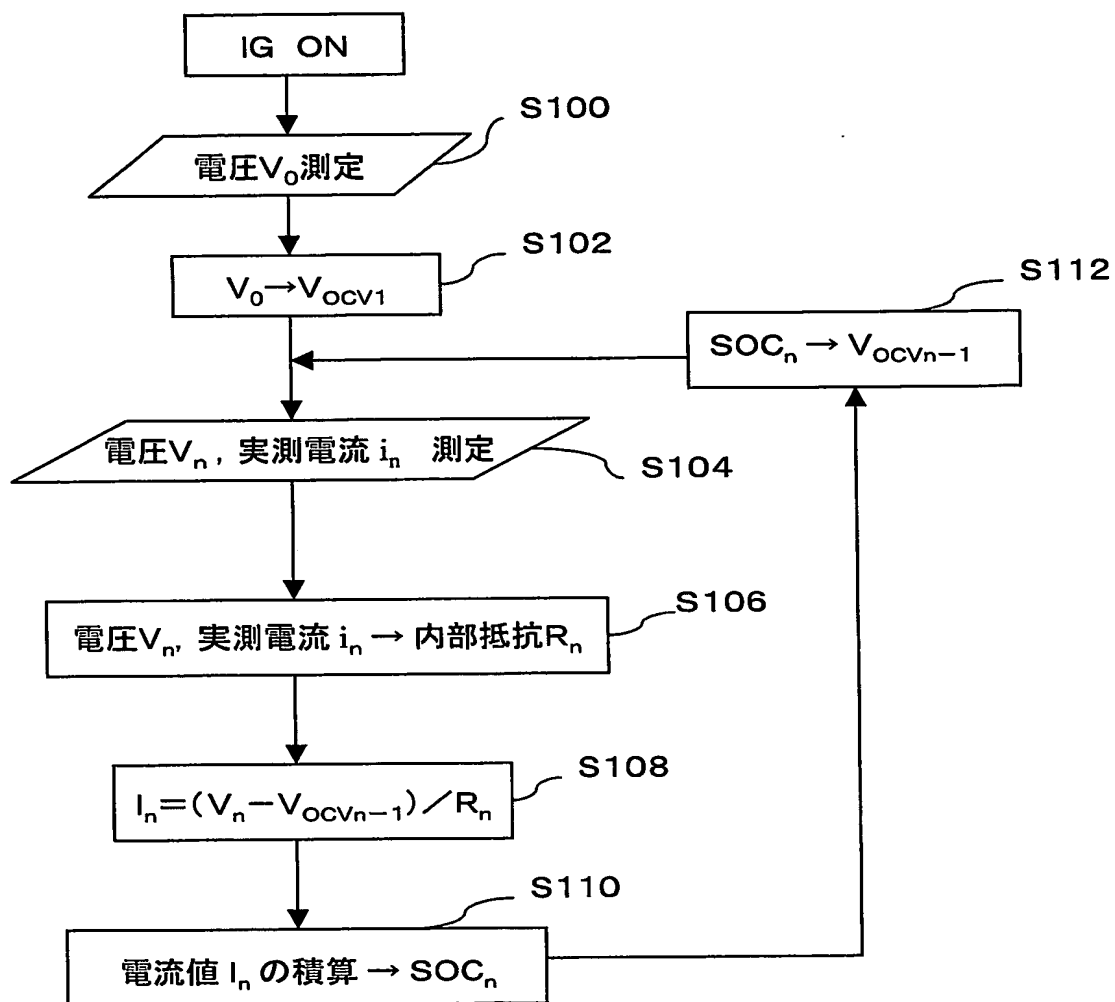


図 3

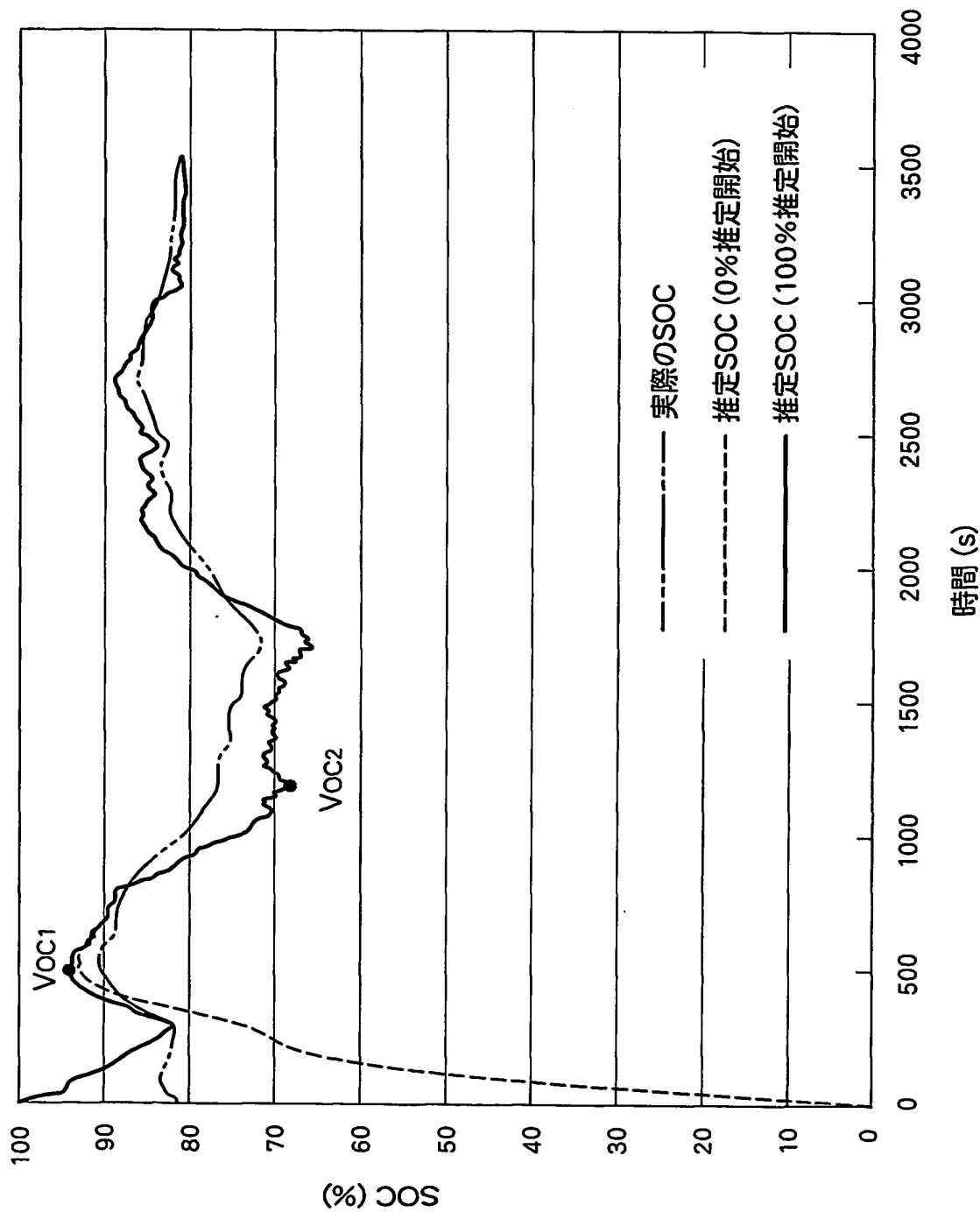


図4

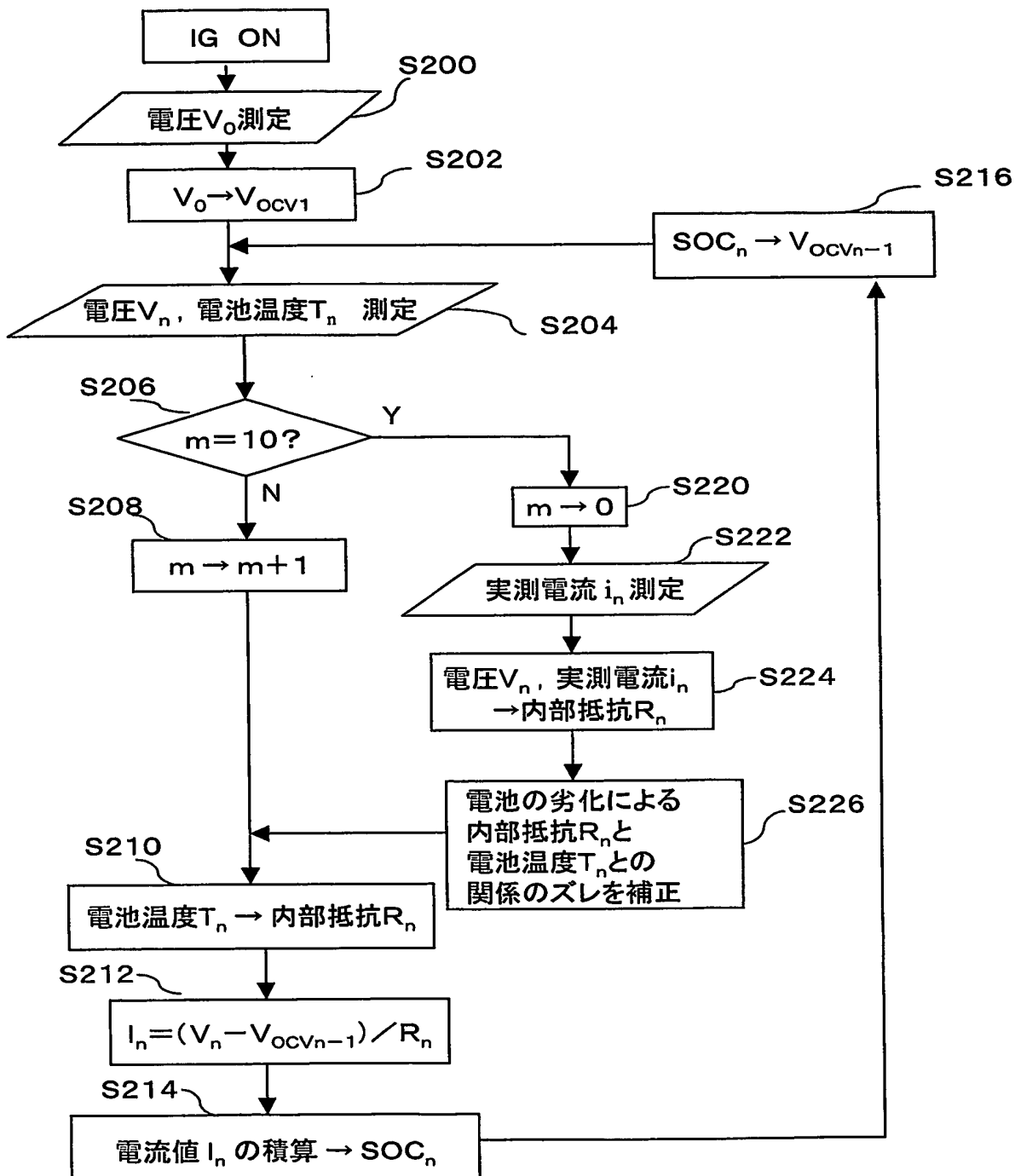


図5

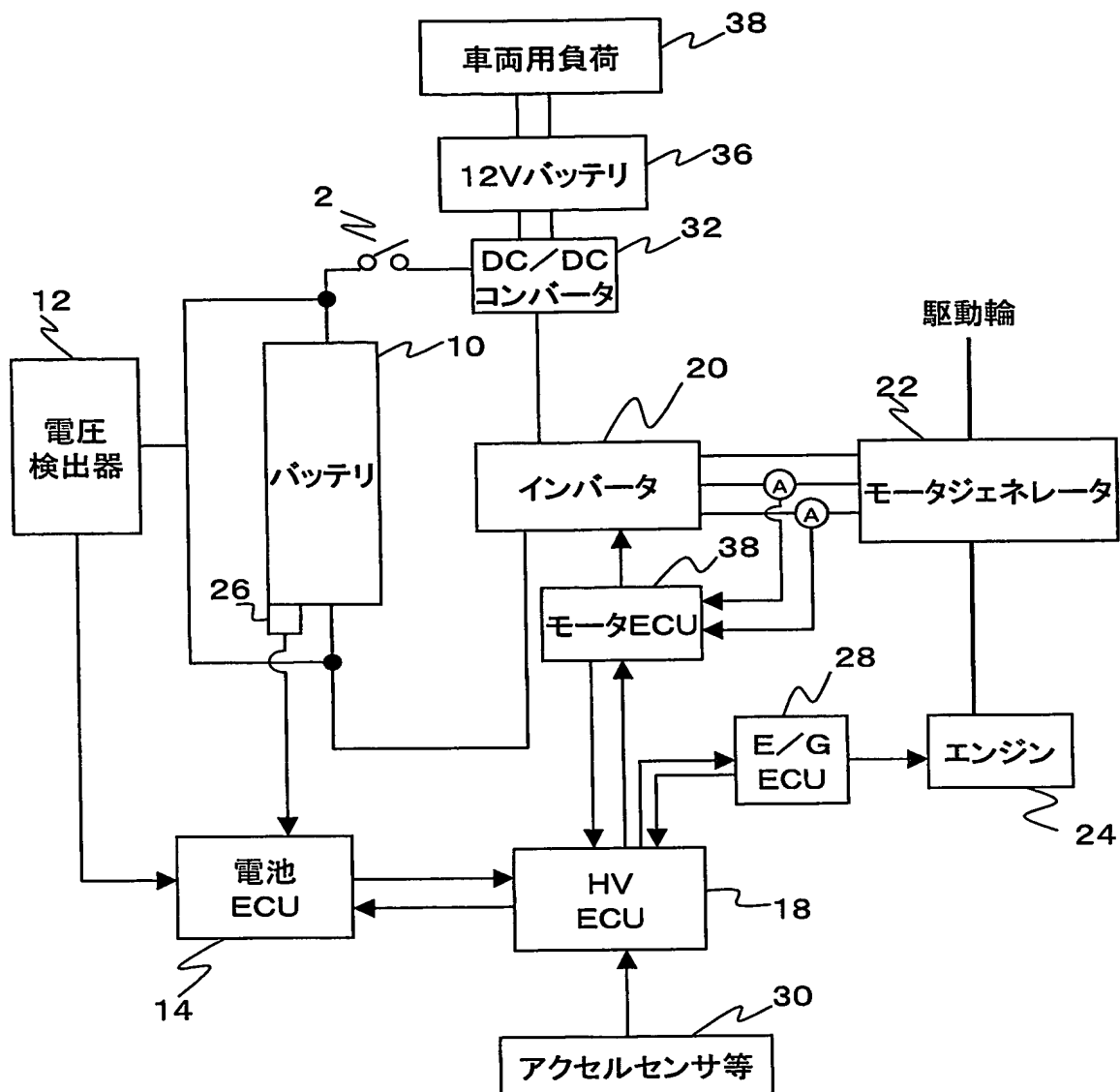


図6

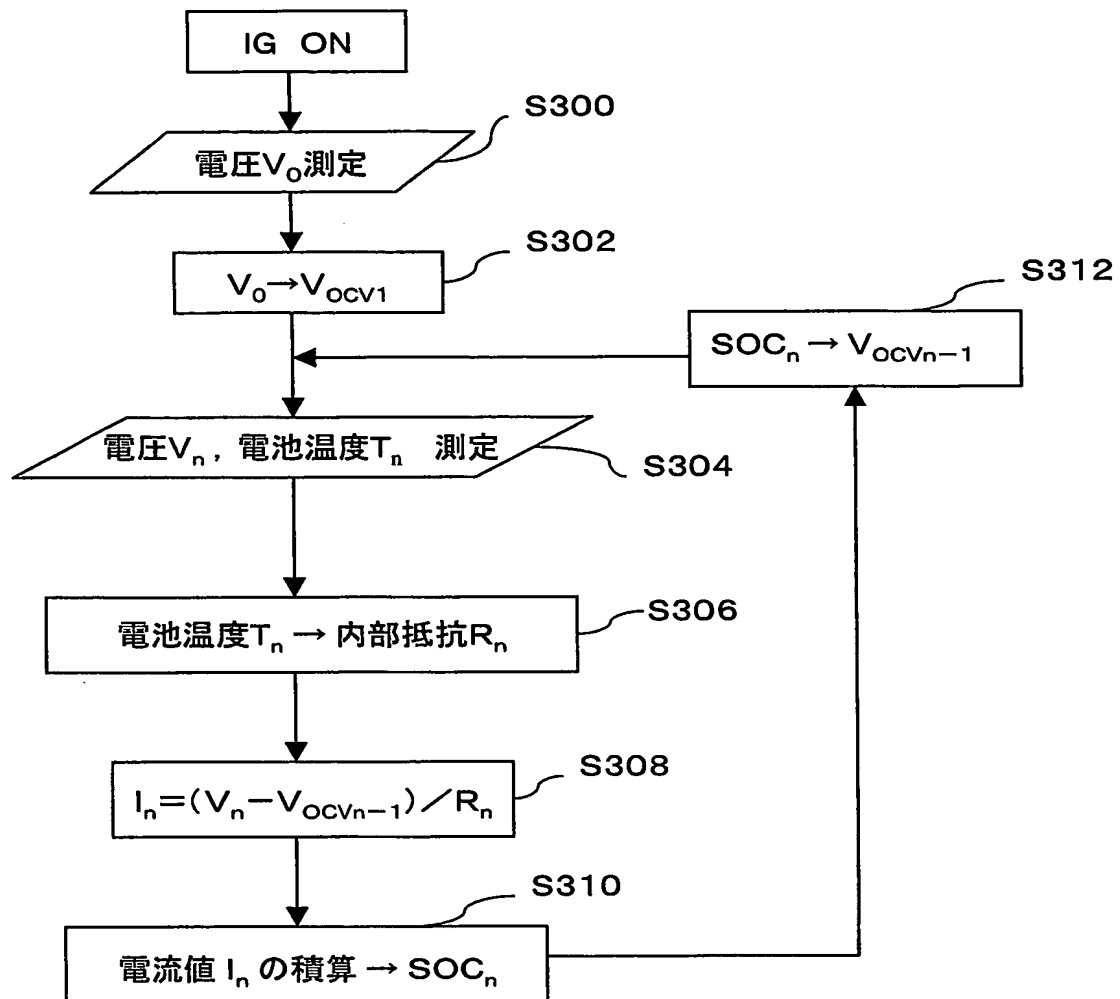


図7

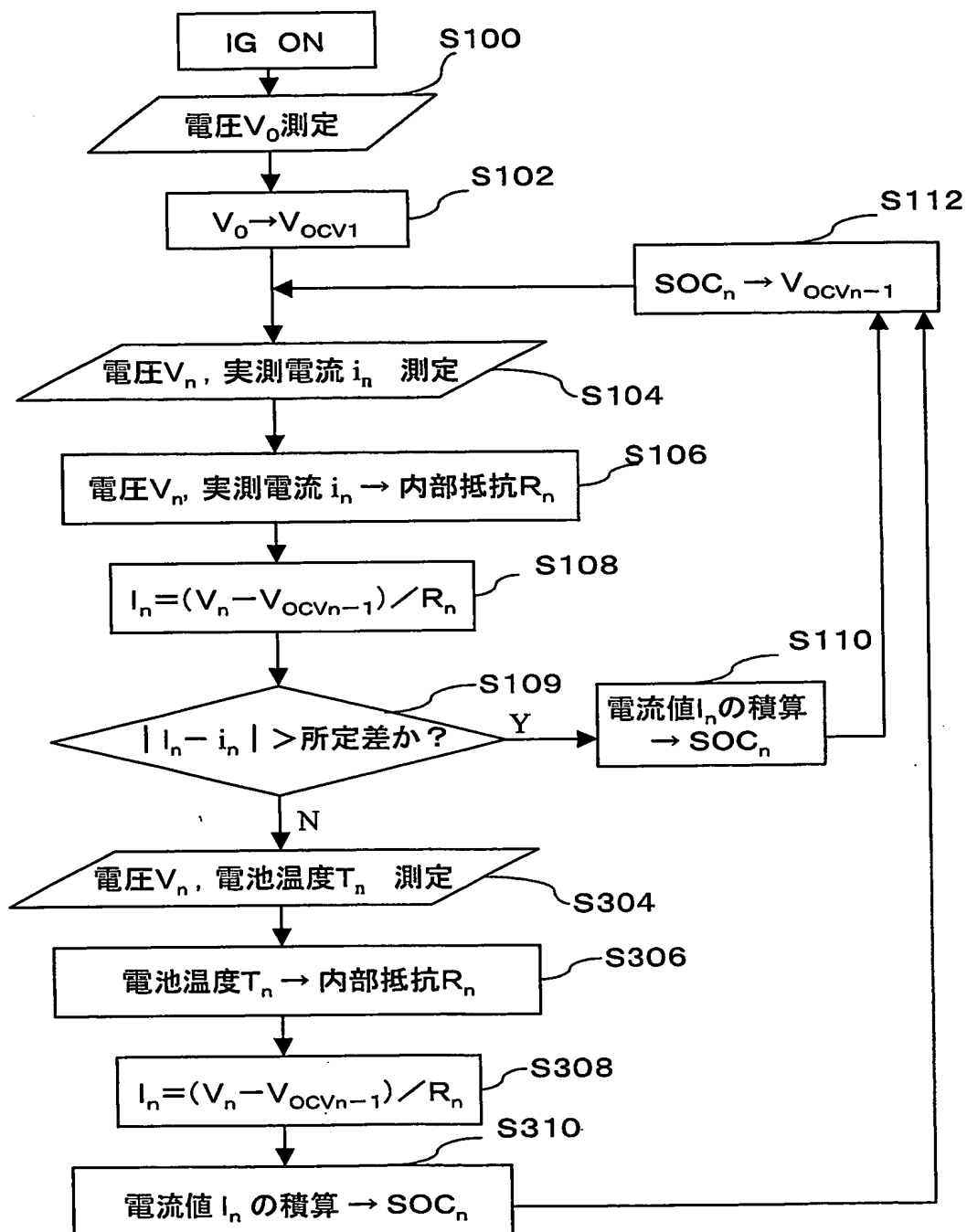


図8

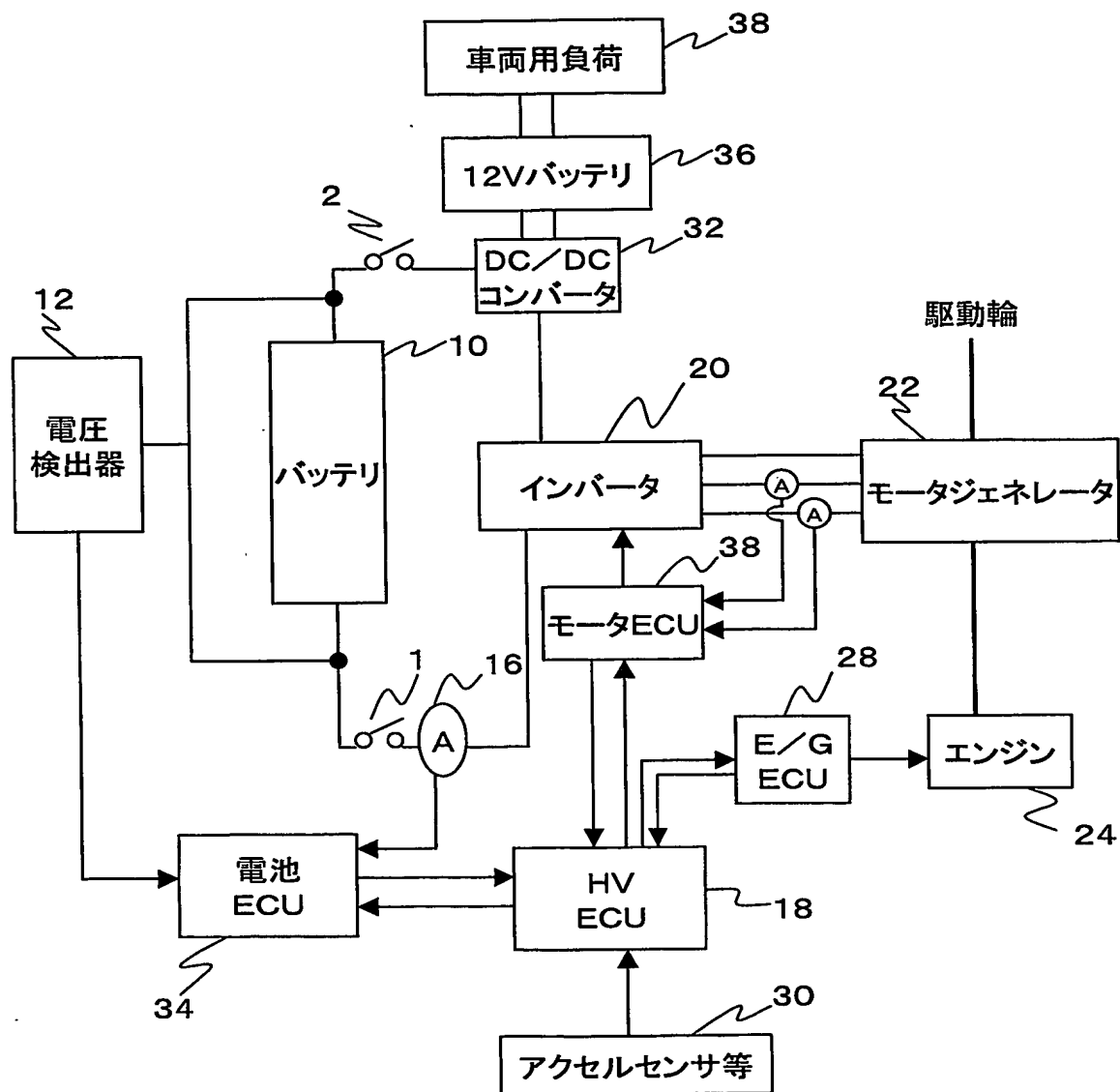


図9

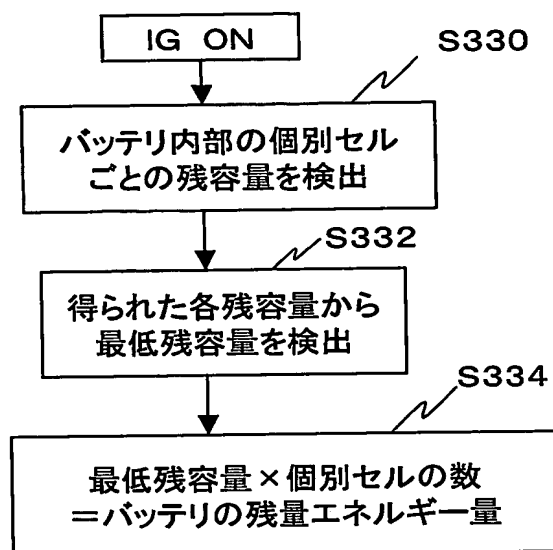




図10

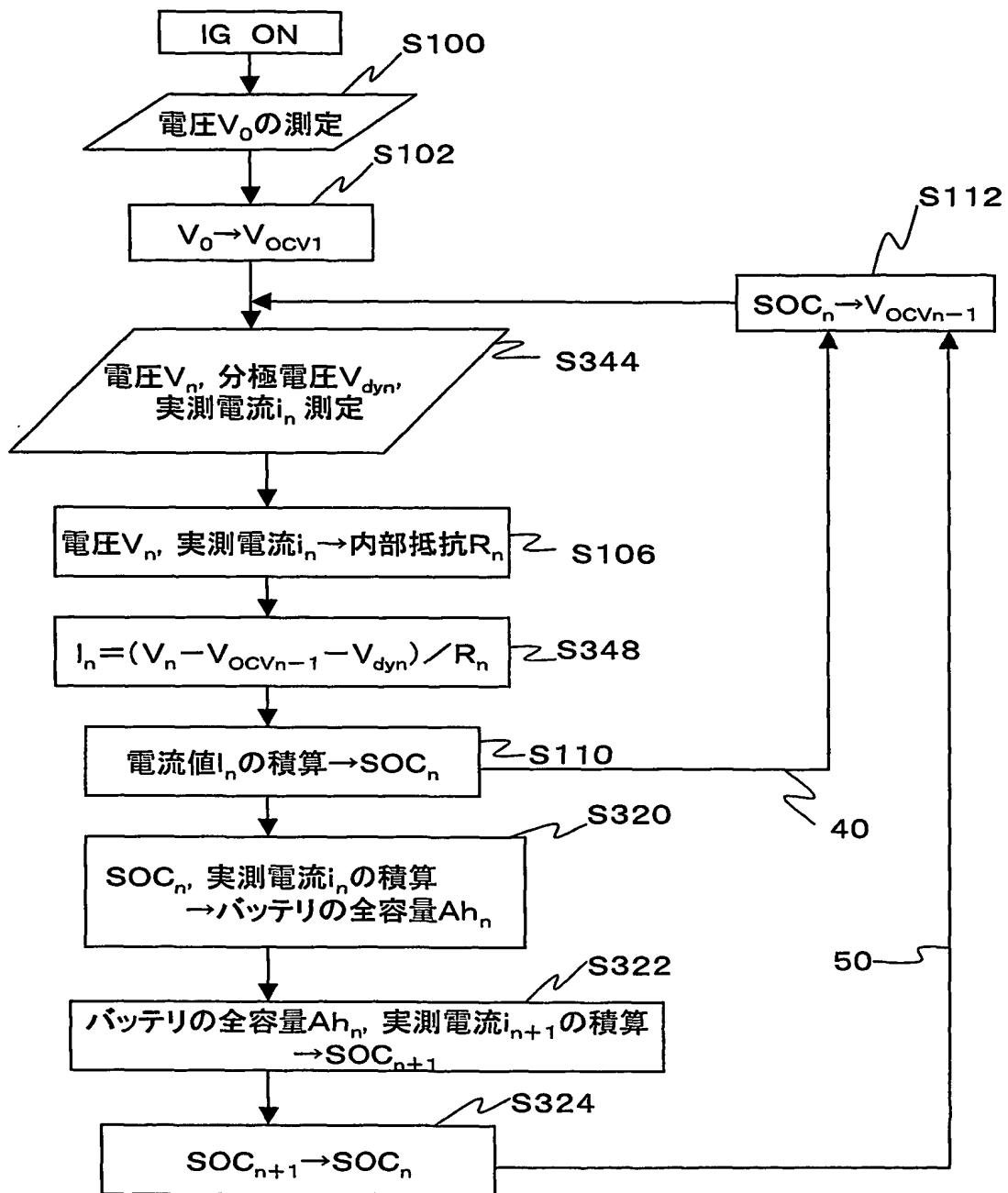


図11

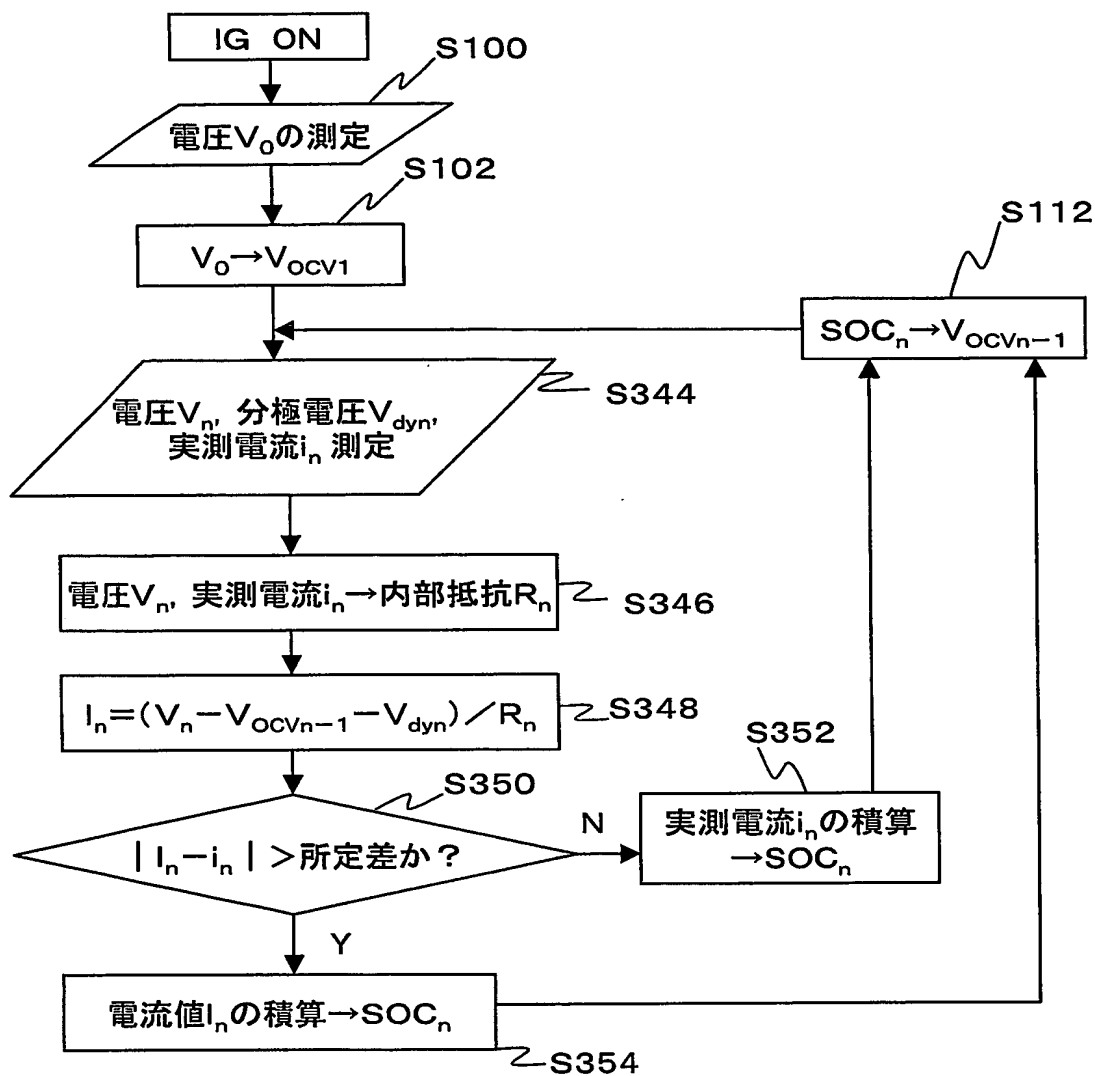


図12

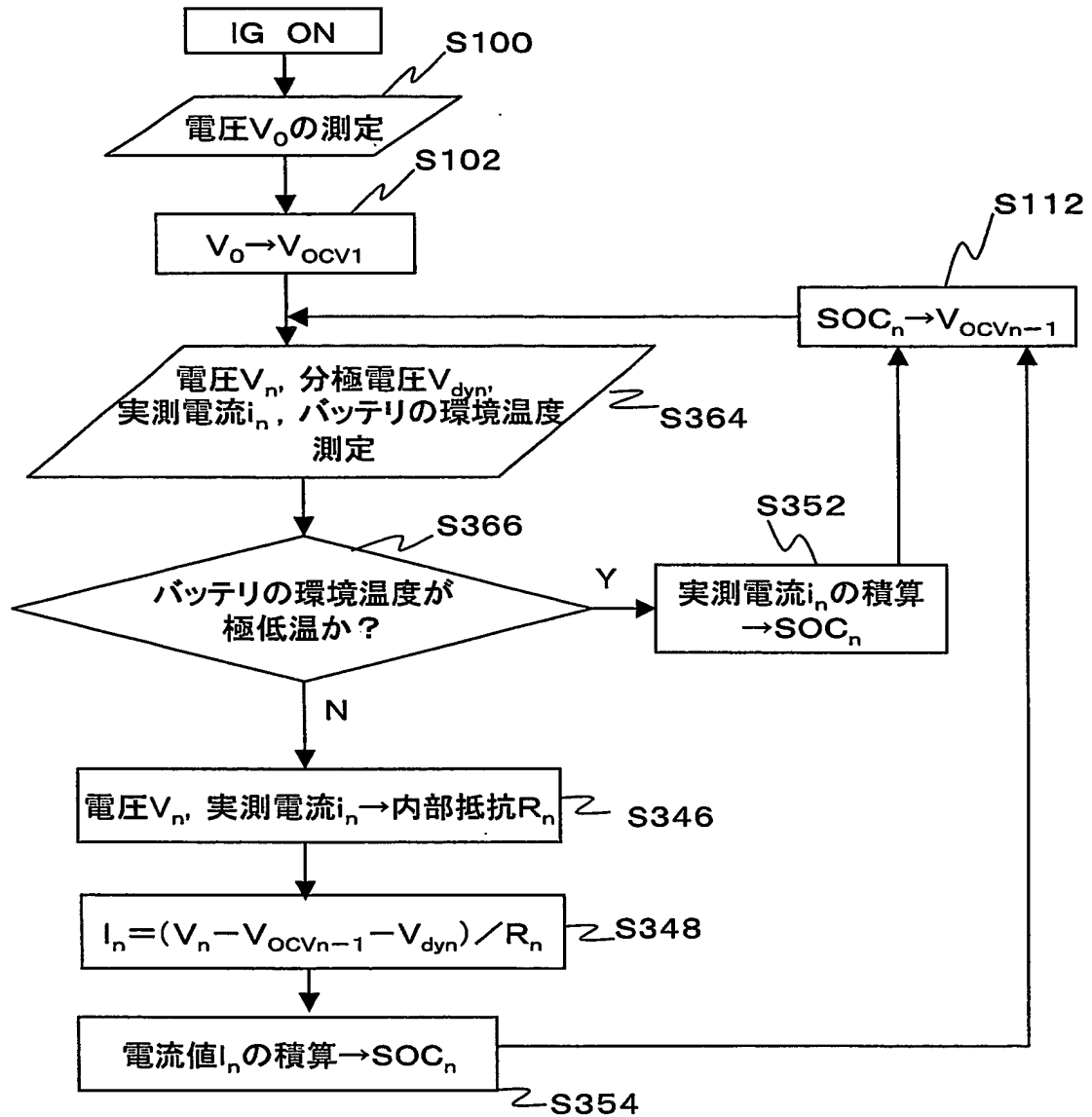


図13

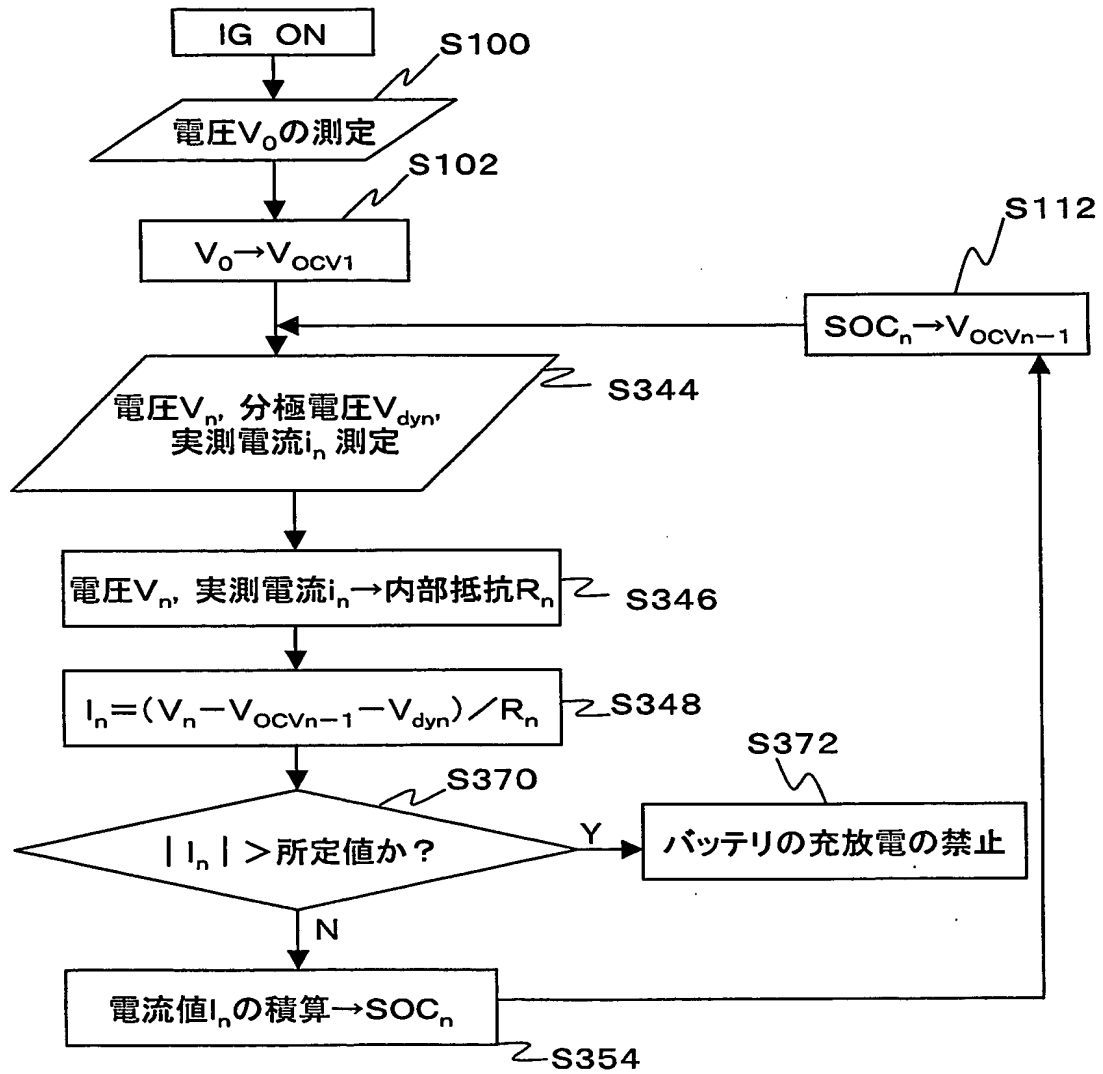


图 14

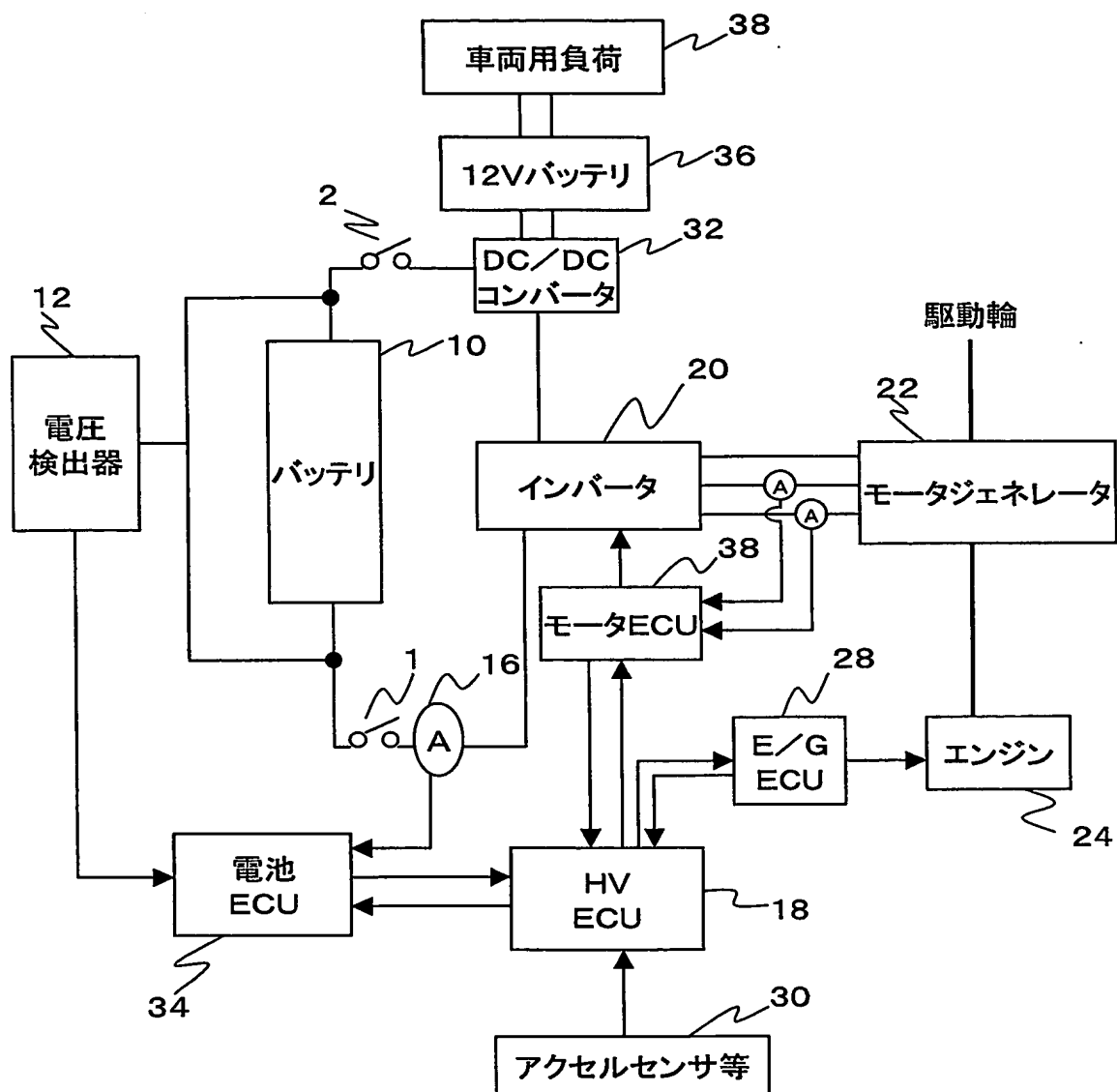
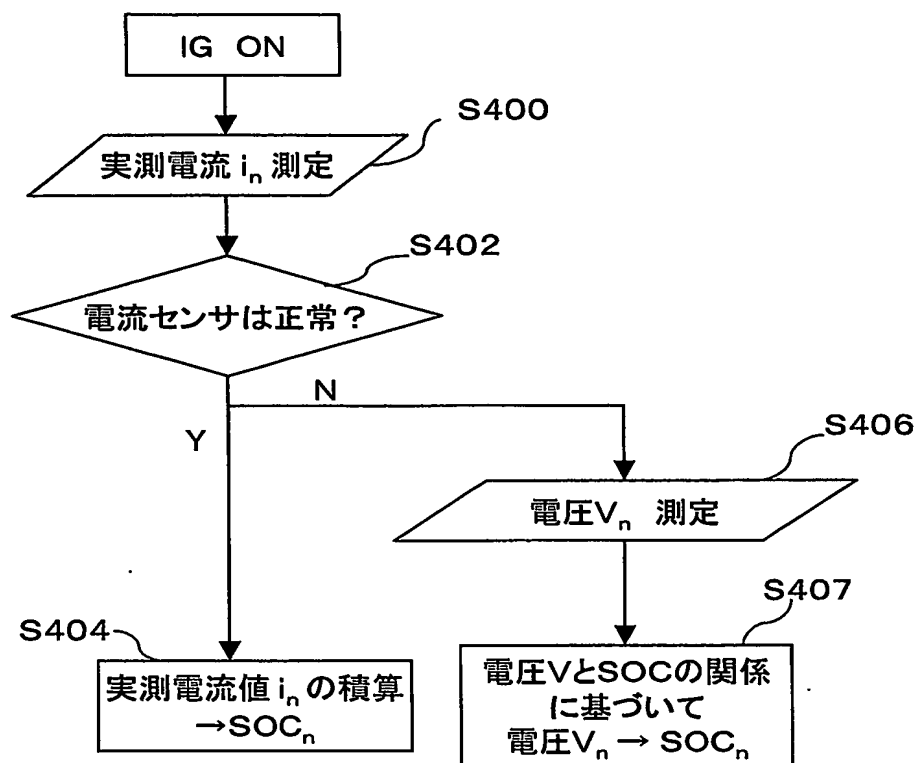


図15



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

National application No.

PCT/JP03/08029

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> G01R31/36, B60K1/04, H02J7/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> G01R31/36, B60K1/00-8/00, H02J7/00-7/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 192230/1987 (Laid-open No. 95679/1989) (Komatsu Forklift Co., Ltd.), 23 June, 1989 (23.06.89), Full text; all drawings (Family: none)	1-6, 9-12 7, 8, 13-19
Y	JP 11-346444 A (Toyota Motor Corp.), 14 December, 1999 (14.12.99), Full text; all drawings (Family: none)	1, 2, 6, 10
Y	JP 2002-189066 A (Hitachi, Ltd.), 05 July, 2002 (05.07.02), Full text; all drawings (Family: none)	3



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
08 September, 2003 (08.09.03)

Date of mailing of the international search report  
14 October, 2003 (14.10.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/08029

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-258513 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 22 September, 2000 (22.09.00), Full text; all drawings (Family: none)	3
Y	JP 9-257887 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 03 October, 1997 (03.10.97), Full text; all drawings & KR 97066603 A	4-6
Y	JP 7-283774 A (Hitachi, Ltd.), 27 October, 1995 (27.10.95), Full text; all drawings (Family: none)	9
Y	JP 8-43504 A (Nippondenso Co., Ltd.), 16 February, 1996 (16.02.96), Full text; all drawings (Family: none)	11,12
A	JP 8-146106 A (Suzuki Motor Corp.), 07 June, 1996 (07.06.96), Full text; all drawings (Family: none)	1-19



<b>A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))</b> Int. Cl <sup>7</sup> G 01 R 31/36 B 60 K 1/04 H 02 J 7/00		
<b>B. 調査を行った分野</b> 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl <sup>7</sup> G 01 R 31/36 B 60 K 1/00 - 8/00 H 02 J 7/00 - 7/12		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2003年 日本国実用新案登録公報 1996-2003年 日本国登録実用新案公報 1994-2003年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
<b>C. 関連すると認められる文献</b>		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	日本国実用新案登録出願 62-192230 号 (日本国実用新案登録出願公開 1-95679 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (小松フオークリフト株式会社) 1989. 06. 23, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6, 9-12
A		7, 8, 13-19
Y	J P 11-346444 A (トヨタ自動車株式会社) 1999. 12. 14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 2, 6, 10
<input checked="" type="checkbox"/> C 欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 08. 09. 03		国際調査報告の発送日 14.10.03
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号		特許庁審査官 (権限のある職員) 武田 知晋 電話番号 03-3581-1101 内線 3256

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 2002-189066 A (株式会社日立製作所) 2002. 07. 05, 全文, 全図 (ファミリーなし)	3
Y	J P 2000-258513 A (日産自動車株式会社) 2000. 09. 22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	3
Y	J P 9-257887 A (三洋電機株式会社) 1997. 10. 03, 全文, 全図 & KR 97066603 A	4-6
Y	J P 7-283774 A (株式会社日立製作所) 1995. 10. 27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	9
Y	J P 8-43504 A (日本電装株式会社) 1996. 02. 16, 全文, 全図 (ファミリーなし)	11, 12
A	J P 8-146106 A (スズキ株式会社) 1996. 06. 07, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-19